

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní program: N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní a oděvní technologie

NOVÉ TEXTILNÍ STRUKTURY V ODĚVNÍ
KOMPOZICI

NEW TEXTILE STRUCTURES IN CLOTHING

Bc. Nikola Zezulová

Katedra oděvnictví - DOV

LIBEREC 2012/2013

BC. NIKOLA ZEŽULOVÁ

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Renatě Štorové, CSc. za vedení při zpracování práce. Doc. Ing. Jakubovi Wienerovi, PhD. děkuji za konzultace k experimentální části. Doc. ak. mal. Svatoslavovi Krotkému děkuji za konzultace k designové části. Děkuji také Ing. Janě Grabmüllerové za veškeré snímky z rastrovacího elektronového mikroskopu. Ing. Martině Víkové, PhD. děkuji za pomoc při měření barevnosti a lesku. Ing. Rudolfovi Třešňákovi a Ing. Michalovi Chotěborovi děkuji za pomoc při pevnostních zkouškách, měření tloušťky a oděru.

Poděkování patří i akciové společnosti VELVETA a. s., za veškeré textilie testované v této diplomové práci.

Děkuji také svým nejbližším za morální podporu, trpělivost a pomoc při řešení problémů, které v průběhu zpracování diplomové práce nastaly.

Anotace

Cílem této práce je vytvořit nové textilní struktury pomocí vzorování textilního materiálu laserovým strojem Marcatex 150 Flexi, které je možné uplatnit v oděvu. Nové struktury jsou tvořeny na textilním materiálu s vlasem. U vzorování materiálu laserem je do textilie vyryt reliéf, který nejde napodobit žádnou jinou technologií. V této práci byla testována různá nastavení laserového paprsku na textilních materiálech s vlasem o rozdílném materiálovém složení. U ozářeného textilního materiálu je sledována a měřena změna jeho vlastností, které by mohly ovlivnit využitelnost v oděvní výrobě. To vše je testováno pro zjištění nejlepších kombinací parametrů laseru a složení textilního materiálu za účelem hledání nových možností vzorování textilií pro oděvní kompozici. Za účelem dokončení myšlenky využít takto vzorovanou textilii v oděvu, je vytvořena oděvní kolekce. Nový textilní vzor i oděvní kompozice jsou inspirovány organickou architekturou.

Klíčová slova: laser, textilní materiál, vzorování laserem, organická architektura, oděvní kompozice

Annotation

This Diploma Thesis focuses on creating of new textile structures by means of patterning of fabrics by laser machine Marcatex 150 Flexi which may be applied and used with common dresses. The new structures are created on the fabric material with nap or pile. When using the system of patterning of fabrics by laser a relief is embossed into the fabrics which cannot be imitated by any other technology. This Diploma Thesis has tested different settings of the laser beam on fabrics with different nap composition. The irradiated material was monitored and measured with respect to a change of its characteristic features which might influence efficiency and particularly utility in the textile production. All these factors have been tested to discover the best combinations of laser parameters and composition of the fabrics to find out any new possibilities how to pattern fabrics for textile compositions. Fashion collection is then created as a consequence of the idea to use such patterned fabrics in dresses. New fabric pattern and the dress composition are inspired by an organic architecture.

Key words: laser, fabrics, patterning by laser, organic architecture, dress composition

OBSAH

ÚVOD	11
TEORETICKÁ ČÁST	13
1 LASEROVÁ TECHNOLOGIE.....	13
1.1 Historie laseru	13
1.2 Princip laseru.....	14
1.3 Vlastnosti laserového záření	15
1.4 Monochromatické záření.....	16
1.5 Typy laserů.....	17
1.5.1 Pevnolátkové lasery	17
1.5.2 Kapalinové lasery	19
1.5.3 Plynové lasery.....	19
1.5.4 Polovodičové lasery	21
1.6 CO ₂ LASER	22
2 PŮSOBENÍ LASERU V TEXTILNÍM PRŮMYSLU.....	24
2.1 Laserová difraktografie	24
2.2 Použití laseru k úpravě technických vláken	25
2.2.1 Působení laseru na čedičová vlákna.....	25
2.2.2 Působení laseru na skleněná vlákna.....	26
2.3 Laserové pojení	27
2.3.1 Základní principy pojení laserem	27
2.3.2 Používané druhy laserů pro spojování	28
2.4 Laserové řezání	28
2.4.1 Řezání krajek za pomoci laseru	29
2.5 Laserové gravírování.....	29
2.5.1 Gravírování denimu	30
2.6 Vliv laseru na vlastnosti bavlněné textilie	31
2.6.1 Působení laseru na povrch bavlny	31
2.7 Laserová modifikace polyamidových tkanin	32
3 POUŽITÍ LASERU V ODĚVNÍM DESIGNU.....	33
3.1 Designová úprava polyesterové tkaniny pomocí laseru.....	33
3.2 Vzorování textilie 45% hedvábí / 55% polyester laserem	35
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	38
Nové textilní struktury v oděvní kompozici	7

4	POPIS EXPERIMENTU	38
4.1	Obsahový popis laserového zařízení.....	38
4.1.1	Technické parametry laseru	39
4.1.2	Parametry laserového svazku paprsků	39
4.1.3	Software (programové vybavení)	39
4.2	Textilie	40
4.3	Výběr textilií pro měření změny mechanických vlastností	41
4.4	Popis měřených parametrů a postupy testů	41
4.4.1	Tloušťka textilie.....	41
4.4.2	Pevnost a tažnost textilie.....	42
4.4.3	Odolnost textilie vůči oděru.....	42
4.4.4	Lesk textilie.....	43
4.4.5	Barevnost textilie	43
4.4.6	Rastrovací elektronová mikroskopie	44
4.5	Popis vypalování a označení ozářených vzorků.....	45
4.6	Textilie M1	47
4.6.1	Tloušťka textilie M1	47
4.6.2	Pevnost a Tažnost textilie M1	48
4.6.3	Odolnost textilie M1 vůči oděru	49
4.6.4	Barevnost, K/S remise	51
4.6.5	Barevnost, K/S hodnoty po oděru	52
4.6.6	Lesk.....	56
4.6.7	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M1	57
4.7	Textilie M2.....	59
4.7.1	Tloušťka textilie M2	59
4.7.2	Pevnost a tažnost textile M2	60
4.7.3	Odolnost textilie M2 vůči oděru	61
4.7.4	Barevnost, K/S hodnoty textilie M2	63
4.7.5	Lesk Textilie M2.....	64
4.7.6	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M2	65
4.8	Textilie M3.....	67
4.8.1	Tloušťka textilie M3	67
4.8.2	Pevnost a tažnost M3	68

4.8.3	Odolnost textilie M3 vůči oděru	70
4.8.4	Barevnost, K/S hodnoty M3	72
4.8.5	Lesk textilie M3	73
4.8.6	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M3	74
4.9	Textilie M4.....	76
4.9.1	Tloušťka textilie M4	76
4.9.2	Pevnost a tažnost M4	77
4.9.3	Odolnost textilie M4 vůči oděru	79
4.9.4	Barevnost, K/S hodnoty M4	81
4.9.5	Lesk textilie M4	82
4.9.6	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M4	83
4.10	Textilie M5.....	86
4.10.1	Barevnost, K/S remise textilie M5.....	86
4.10.2	Lesk textili M5.....	87
4.10.3	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M5	88
4.11	Textilie M6.....	90
4.11.1	Barevnost, K/S remise textilie M6.....	90
4.11.2	Lesk textilie M6	91
4.11.3	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M6	92
4.12	Textilie M7.....	94
4.12.1	Barevnost, K/S remise textilie M7.....	94
4.12.2	Lesk textilie M7	95
4.12.3	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M7	96
4.13	Textilie M8.....	98
4.13.1	Barevnost, K/S remise textilie M8.....	98
4.13.2	Lesk textilie M8	99
4.13.3	Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M8	100
4.14	Shrnutí výsledků experimentální části	102
4.15	Údržba vypáleného materiálu	103
	DESIGNOVÁ ČÁST	105
5	TVORBA NOVÉ TEXTILNÍ STRUKTURY	105
5.1	Organická architektura	105
5.1.1	Casa Batlló.....	107

5.1.2	Muzeum Solomona R. Guggenheima	107
5.1.3	Guggenheimovo muzeum v Bilbao	108
5.1.4	Opera v Sydney	109
5.2	Tvorba vzorů pro vypálení	110
5.2.1	Návrhy vzorů pro vypalování	110
6	TVORBA ODĚVNÍ KOMPOZICE	114
6.1	Model Organic Architecture č. 1	115
6.1.1	Technický popis modelu Organic architecture č. 1	116
6.2	Model Organic architecture č. 2	118
6.2.1	Technický popis modelu Organic architecture č. 2	119
6.3	Model Organic architecture č. 3	121
6.3.1	Technický popis modelu Organic architecture č. 3	122
ZÁVĚR		124
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		125
PŘÍLOHY		131

ÚVOD

Laserové záření je pro svět známé už řadu let. První opravdu funkční lasery byly vynalezeny už v šedesátých letech dvacátého století. Přesto je však pojem laser pro mnohé známkou něčeho nového a inovativního. Naopak je dnes již spousta oborů, ve kterých je laser nezbytnou součástí aniž bychom si to připouštěli. Laserový paprsek se stal nenahraditelným stejně tak ve strojním průmyslu, armádě, jako v komerční elektronice v podobě například CD přehrávačů.

Pro toto monochromatické záření se však i ve 21. století hledají stále nová uplatnění, která by napomohla vývoji a pokroku. V textilním průmyslu se již laserové záření používá. Je pravdou, že to stále není běžné zařízení, které bychom mohli najít v každém textilním podniku, to snad i díky finanční nákladnosti na pořízení tohoto stroje. A však najdou se výjimky a můžeme se setkat s textiliemi, které jsou oddělované pomocí laserového řezání. Nebo naopak spojované pomocí laserového spoje. Také laserové gravírování, řečeno jinak rytí, není technologií zcela novou. A v textilním průmyslu je možné se setkat s takto upravenou drobnou přípravou v podobě například ozdobených plastových knoflíků. Stále se však jedná o poměrně novou technologii, která přitahuje pozornost.

Nově se objevují testy vzorování textilií pomocí laseru. Většinou se jedná o testy na změnu, případně odstranění barevnosti. Tyto testy však pojednávají zejména o vzhledové změně textilie a o vytvoření nového designu. Úkolem této práce bylo pojmout vzorování textilií laserem takovým způsobem, aby jej bylo možno využít v oděvní výrobě a vytvořený oděv byl nejen zajímavý na pohled, ale i nositelný z hlediska jeho namáhání při nošení. Proto byly stanovené takové zkoušky, které by umožnily celkový náhled na textilní materiál upravovaný laserem.

Všechny testy byly vypalovány na textilní materiál s vlasem, který umožňuje využití jak barevné změny po působení laseru, tak vytvoření jemného reliéfu způsobeného zkrácením vlasu. Tento výsledný efekt je z designového hlediska velmi zajímavý. Propojení designu a nové technologie, je v dnešní době nezbytnou součástí. Vždy je to v první řadě design co prodává. Proto bylo velmi důležité zaměřit se i na návrh a výběr vzoru, který měl být na textilií vypálen. Pro inspiraci a návrhu autorského vzoru sloužila organická architektura. Jedná se o obor architektury, který je svými novými tvary velmi inovativní. Budovy vystavěné ve stylu organické architektury jsou

velmi zajímavé z designového hlediska a zároveň plní své funkce. Také se jedná o obor architektury, který se zajímá o ekologickou nenáročnost staveb, což se v dnešní době stává velmi důležitým. Propojení laseru s tématem organické architektury tvoří zajímavé spojení využitelné technologie a nového designu, což je stěžejní pro tuto práci.

Tvary organických staveb sloužily jako inspirace pro vytvoření vypalovaného vzoru do textilního materiálu s vlasem. Stejně tak jako pro návrh samotné oděvní kolekce, která se stává důkazem využitelnosti laseru pro vzorování textilních materiálů.

TEORETICKÁ ČÁST

1 LASEROVÁ TECHNOLOGIE

Název, nebo-li pojmenování nového vynálezu, jako takového vymyslel Gordon Gould. Laser je zkratkou z počátečních písmen spojení Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Což můžeme přeložit jako zesilování světla pomocí stimulované emise záření. [1] [2]

Laser je kvantový generátor světla, který generuje světlo na základě stimulované emise fotonů. Laserové světlo je koherentní, což znamená, že všechny vlny mají stejnou vlnovou délku, směr i fázový posun. Díky stejné vlnové délce všech fotonů je laserové světlo monochromatické. [3]

1.1 Historie laseru

Při samotném začátku vývoje vynálezu laseru stál Albert Einstein. Na základě jeho teorie o stimulované emisi záření byl vytvořen přístroj s názvem maser. Jedná se o předchůdce laseru, který vytvářel a zesiloval mikrovlnné záření. Zatímco laser zesiluje optické záření.

První zmínky o počátcích laseru pochází už z roku 1960 a to jako kvantový zesilovač optického záření, který vynalezli vědci Charles Townes a Arthur Schawlow. Ale za opravdového vynálezce laseru bývá považován Gordon Gould. [1]

Koncem března roku 1960 si fyzikové Charles Townes a Arthur Schawlow nechali vynález laseru patentovat. Záhy se však objevil Gordon Gould, který tvrdil, že myšlenku na zesilování světla objevil dříve a jako důkaz mu sloužil notářsky ověřený deník z roku 1957. Toto byl počátek dlouho trvajících soudních a právních sporů, které přece jen nakonec přiznali větší podíl na vynálezu laseru Gouldovi a tím i několik patentů.

První funkční laser však uvedl do praxe Theodore Maiman a to koncem května roku 1960 v Hughesových výzkumných laboratořích v kalifornském Malibu. Tento laser z dnešního pohledu působil velmi jednoduše a vytvářel paprsek pouze v podobě krátkých pulzů. Následoval velký vývoj laserových zařízení a dalším důležitým bodem

byl vynález polovodičového laseru, který snížil zdroje paprsků, z roku 1962. Vývoj laseru zaznamenáváme stále až po současnost a stal se součástí, jak průmyslu, medicíny, letectví nebo vojenství ale i součástí našeho běžného života jako např. lasery v přehrávačích CD a DVD nebo jako součást optických kabelů pro přenos dat, což je základem internetové sítě, atd.

1.2 Princip laseru

Laserové světlo je velice uspořádaná forma světelného záření. Má pouze jednu vlnovou délku, pohybuje se v jednom směru a je jednobarevné. [4]

Laserové světlo vzniká stimulovanou emisí díky určitému podmětu. V laseru je obsažen zdroj, který vyzařuje světlo s obrovským počtem atomů. Ty se pak v aktivním prostředí dostanou do vybuzeného stavu a je nutné, aby v něm zůstaly dostatečně dlouho. Při tomto stavu, kdy atomy zůstávají dlouho na jedné energetické hladině, jsou atomy tzv. na metastabilní hladině. V prvním laseru představoval zdroj krystal rubínu a atomy budila výbojka. Dnes se jako aktivní prostředí používají různé látky a to, jak plyny i kapaliny. [5] [5.5]

První krok ke vzniku laserového paprsku má za úkol výbojka. Díky jejímu záblesku přejdou atomy ze základního stavu přes přechodový stav do stavu metastabilní hladiny. Po reakci na stimulující foton se vrátí vybuzené atomy zpět do základního stavu a při tom vyzaří přebytečné množství získané energie formou fotonů. Optický rezonátor je zařízení, které udrží atomy v aktivním prostředí na tak dlouho, aby se v nich nashromáždilo velké množství energie. Optický rezonátor je tvořen dvěma zrcadly, jak je vidět na obrázku 1. Jedno je postříbřené a tvoří tudíž odrazující zrcadlo. Druhé zrcadlo je polopropustné. Fotony, které vznikají stimulovanou emisí, se odrazují od zrcadel a nabírají dostatečné množství energie. Po dosažení určité hodnoty energie, vyjde skrz polopropustné zrcadlo laserový paprsek. Atomy se poté vrátí zpět do původního stavu a celý proces se může opakovat. [5] [6]

Díky působení laseru mohou na povrchu ošetřovaného materiálu vznikat různé morfologické změny. Ty pak mají vliv na fyzikální a chemické vlastnosti materiálu.

Od vynálezu prvního laseru se technologie dále vyvíjela a objevovaly se další typy laserů. Rozdíl byly v aktivním prostředí, ve vlnových délkách nebo v konstrukčním uspořádání. Každý typ laseru se hodí pro jiný účel použití. Pulzní lasery

se používají zejména pro sváření, řezání a vrtání. Pro tyto úkony je důležitý výkon laseru. Výkon u laseru závisí na vlnové délce pulzu, čím je pulz kratší, tím větší je výkon.

Pokud je zapotřebí použití laseru pro přenos informací používají se lasery, které pracují v nepřetržitém režimu. Lasery pracují na určitém režimu na jedné frekvenci, kterou nelze změnit, existují ovšem i lasery přeladitelné.

Účinnost přeměny energie na laserový paprsek je důležitá u laseru, který má přenášet energii. Pro tento účel se používají zejména lasery polovodičové.

I přes vyspělost technologického pokroku však neexistuje žádný tzv. univerzální laser, který by byl účinný ve všech podmínkách v jakémkoliv prostředí. Laserů je spousta a jejich vlastnosti se stále zdokonalují. Ovšem stále platí, že každý typ laseru se hodí pro jiný účel. [7] [9]

1.3 Vlastnosti laserového záření

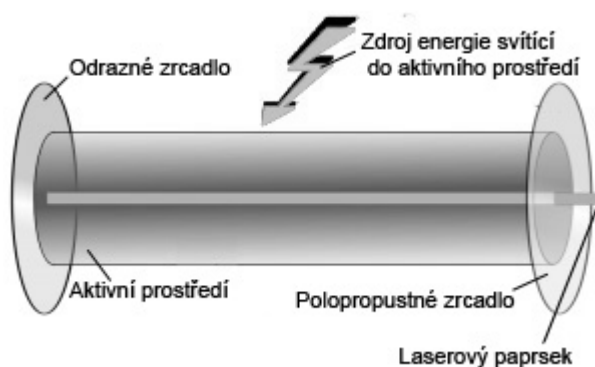
Laserové záření je elektromagnetické záření ve spektrech UV, viditelné, blízké a vzdálené oblasti IČ záření. Laserové záření je zářením, které má vlastnosti jako žádné jiné světlo. [6] [7] [7.7]

Laserový paprsek:

- ❖ Je kratší trvá 10^{-12} ; 10^{-9} s
- ❖ má malou rozbíhavost
- ❖ je vysoce monofrekvenční (světelný paprsek je tvořen světlem o téměř jediné frekvenci)
- ❖ je koherentním vlněním (představuje přesnou sinusovou elektromagnetickou vlnu)
- ❖ přenáší elektromagnetickou energii o vysoké prostorové, časové a spektrální hustotě, přičemž je tato energie soustředěna v malé oblasti prostoru, krátkém časovém intervalu a úzké oblasti vlnových délek (frekvenci) [7]

1.4 Monochromatické záření

Jedná se o záření, která mají pouze jednu frekvenci. K hlavním zdrojům tohoto záření patří lasery. Monochromatické záření lze ovšem získat i rozkladem bílého světla pomocí skleněného hranolu. Šířka spektrální čáry monochromatického záření je ovlivněna Doplerovým jevem, vnějším elektromagnetickým polem a šířkou energetických pásů ΔE_1 a ΔE_2 . Optický rezonátor umožňuje oscilaci jen toho vlnění, na které je naladěný. Díky tomu se už tak spektrální čára stane ještě užší a záření se tak stane monochromatickým. [6]



Obr. č. 1.: Princip laseru [8]

1.5 Typy laserů

Lasery mohou být klasifikovány podle:

- ❖ aktivního prostředí
- ❖ pracovního režimu
- ❖ spektra vyzařování

Podle pracovního režimu:

- ❖ Kontinuálně pracující
- ❖ Pulsní

Podle spektra vyřazování:

- ❖ pracující v UV, viditelné a IČ oblasti
- ❖ monochromatické
- ❖ polychromatické laditelné

Podle typu aktivního prostředí:

- ❖ pevnolátkové lasery
- ❖ kapalinové lasery
- ❖ plynové lasery
- ❖ excimerové lasery
- ❖ polovodičové lasery

1.5.1 Pevnolátkové lasery

Matricí u těchto laserů jsou opticky průhledné a homogenní krystaly a také skla, které se mohou vyrobit uměle, jako např.: silikáty, fluoridy, granáty, safíry atd. Tyto lasery mohou pracovat v různých režimech. Jejich záření má vlnové délky v oboru infračerveného a viditelného světla. Nejznámějším představitelem je laser rubínový, jehož aktivním prostředím je krystal syntetického rubínu. Pevnolátkových laserů je ovšem daleko více viz tabulka č. 1.

Aktivní prostředí	Vlnová délka	Čerpání	Použití
Pevnolátkové lasery			
Rubínový laser	694,3 nm	Záblesk výbojky	Holografie, 1.funkční laser
Neodymový laser YAG (Nd:YAG)	1,064 μm , (1,32 μm)	Záblesk. Laser. Dioda.	Obrábění materiálů, chirurgie, pumpování laserů, hlubotiskové formy
Neodymové sklo (Nd:sklo)	~ 1, 064 mm křemíková skla, ~ 1, 054mm fosfátová skla	Záblesk, laserová dioda	Extrémní výkon v TW, energie vícepraprskových systémů v MJ, fúzní zařízení užívají 3, harmonické 351 nm
Thulium YAG (Tm: YAG)	2,0 μm	Laser, dioda	Laserové radary
Ytterbium YAG (Yb:YAG)	1,03 μm	Laser, dioda	Obrábění materiálů, ultrakrátké pulsy
Neodymový YLF (Nd:YLF)	1, 047 a 1,053 μm	Záblesk, laserová dioda	Zpravidla pro pumpování Ti: safír laserů
Holmium YAG (Ho:YAG)	2,1 μm	Laser, dioda	Odstranění tkání, ledvin, zubní lékařství
Titanem dopovaný safír (Ti:safír)	650-1100 nm	laser	Spektroskopie, laditelný laser, silné ultratenké pulsy
Neodym YVO4 (Nd:YVO)	1,064 μm	Laser, dioda	K pumpování Ti:safír laseru, osvitky, 2. i 3. harmonická

Tab. č. 1.: Další tyty pevnolátkových laserů. [6]

1.5.2 Kapalinové lasery

Aktivním prostředím těchto laserů jsou velké organické molekuly barviv. Tyto barviva mohou vyzařovat v širokém frekvenčním spektru. Jsou přeladitelné a vlnovou délku laserového záření lze u nich měnit. Díky tomu se jejich použití směřuje zejména pro spektroskopii a informační techniku. Zdrojem energie jsou kontinuální a pulsní lasery, výbojky. Kapalinové lasery v tabulce č. 2.

Aktivní prostředí	Vlnová délka	Čerpání	Použití
Kapalinové lasery s organickými barvivy			
Stilben Kumarin 102 Rhodamin 6G	390-435 nm 460-515 nm 570-640 nm	Záblesk, laser	Výzkum, spektroskopie, odstranění mateřských znamének, separace izotopů

Tab. č. 2.: Typy kapalinových laserů. [6]

1.5.3 Plynové lasery

Vlnová délka záření u plynových laserů je závislá na tom, zda excituje atom, ion, molekula plynu. Plynové lasery jsou velice perspektivní a výborné zdroje infračerveného i ultrafialového záření. Objem plynu lze zvyšovat a tak dodávat stále nové aktivní prostředí. Plynové lasery mají vysokou účinnost, jelikož hospodárněji přeměňují elektrickou energii ve výboj. Díky tomu plynové lasery pracují v nepřetržitém režimu a jejich výkon není moc velký. Používané plynové lasery: helium-neonový laser, argonový laser, CO₂ laser, excimerové lasery. Další typy plynových laserů v tabulce č. 3.

Aktivní prostředí	Vlnová délka	Čerpání	Použití
Plynové lasery			
Helium-neonový (He-Ne)	632,8 nm (543,5 nm, 593,9 nm, 611,8 nm, 1,1523 μ m, 1,52 μ m, 3,3913 μ m)	Elektrický výboj	Spektroskopie, interferometrie, holografie, snímání čárových kódů, optická, optická měření
Dusíkový	337,1 nm	Elektrický výboj	Pumpování kapalinových laserů, vědecký výzkum, pracují i bez rezonátoru
CO ₂	10,6 μ m (9,4 μ m)	Elektrický výboj	Opracování materiálů, řezání, svařování, chirurgie
CO	2,6 -4 mm, 4,8 -8,3 mm	Elektrický výboj	Opracování materiálů, řezání, svařování, chirurgie, fotoakustická spektroskopie
Fluorovodíkový	2,7- 2,9 mm	Chemická reakce při spalování etylénu a NF ₃	Kontinuálně pracující s výkonem MW, laserové zbraně
Argon – iontový	488,0 nm, 514,5 nm, (351 nm, 465,8 nm, 472,7 nm, 528,7 nm)	Elektrický výboj	Operace sítnice, litografie, pumpování laserů
Krypton - iontový	416 nm, 530,9 nm, 568,2 nm, 674,1	Elektrický výboj	Pro vědecké účely, spolu s Ar bílé

	nm, 676,4 nm, 752,5 nm, 799,3 nm		laserové záření, světelná představení
Xenon – iontový	Mnoho spektrálních čar v UV, VIS, IČ oblasti	Elektrický výboj	Vědecké účely
Helium – kadmiový (HeCd) kovové páry	440 nm, 325 nm	Elektrický výboj	Osvětlové jednotky, tiskárny, vědecké účely
Helium – rtuťový (HeHg) kovové páry	567 nm, 615 nm	Elektrický výboj	Vědecké účely, lze amatérsky vyrobit
Helium – selenový (He-Se) kovové páry	Mnoho spektrálních čar v oblasti UV - VIS	Elektrický výboj	Vědecké účely, lze amatérsky vyrobit
Páry mědi (Cu)	510,6 nm, 578,2 nm	Elektrický výboj	Dermatologie, vysokorychlostní fotografie, pumpování kapalinových laserů

Tab. č. 3: Další typy plynových laserů. [6]

1.5.4 Polovodičové lasery

Tyto lasery se snadno integrují do různých zařízení a přístrojů a jsou velice kompaktní. Používají se jako zdroje optického pumpování do pevnolátkových laserů. Tyto lasery pracují s diody. Záření z těchto laserů je nekoherentní a má různé fáze i polarizaci. Pracují ve viditelném spektru, ale vyvíjí se UV diody. [6] [7] [47] Typy polovodičových laserů v tabulce č. 4.

Aktivní prostředí	Vlnová délka	Čerpání	Použití
Polovodičové lasery			
InGaN	400 nm	Elektrický proud	Telekomunikace, holografie, osvitové jednotky, kopírky, laserové tiskárny, světlo 780 nm pro CD systémy, nejvíce aplikací, záznam DVD světlem kolem 400 nm.
GaN	405 nm		
InGaAlP	630 – 685 nm		
AlGaInP	650 nm		
GaAlAs	670- 830 nm		
GaAs	650 nm, 840 nm		
GaSb	1870 nm		
InGaAsP	1400 nm		

Tab. č. 4.: Typy polovodičových laserů. [6]

1.6 CO₂ LASER

Tyto lasery využívají elektrického impulzu pro buzení atomů. CO₂ lasery se pohybují v hodnotě 10,6 μm vlnové délky. Tato hodnota vlnové délky se nachází v infračervené části elektromagnetického spektra, je neviditelná. Infračervený paprsek je dostatečně silný, aby dokázal rozříznout velké množství materiálů. Dielektrickými materiály, jako je voda, biologické látky a plasty může být IČ paprsek absorbován. Naopak se může odrazit od hladkých kovových povrchů. [4] [10]

Plynový laser vytváří pulzní energii o hodnotě 10kJ s výkonem až 100kW. V laseru se však nachází i další plyny kromě oxidu uhličitého. Všechny plyny obsažené v laseru jsou oxid uhličitý, dusík a helium. V laseru se nachází v poměru (podle seřazení v předešlé větě) 0,8:1:7. Tyto plyny se nachází ve výbojce, vysoké stejnosměrné napětí je důvodem elektrického výboje. Proto je také do směsi plynů přidán malé množství vodní páry, která má za úkol regenerovat CO₂.

Laserové světlo a energie vznikající v laseru jsou vytvářeny pomocí klasických mechanismů pro většinu laserů. Díky vysokému napětí elektrického výboje, se molekuly CO₂ rozdělí na kyslík a uhlík. Tento typ laseru má charakteristické vibrace, za které je zodpovědný dusík. Ten nemůže ztratit svoji energii vyzářením fotonů. CO₂

molekuly projdou několika fázemi vibrační oscilace, vibračními mody. Těmi jsou režim protahování, ohýbání a natahování a režim asymetrický. Molekuly oxidu uhličitého mohou absorbovat infračervené záření pouze ve chvíli, kdy se změní vibrace díky dipólové změně. Molekuly dusíku nemají dipólové momenty, tudíž nemůže docházet k ovlivnění infračerveného spektra.

Energii z výbojky pohltí dusík a oxid uhličitý. Vybuzená molekula dusíku přenesou energii a na molekuli oxidu uhličitého. Díky tomu se dostanou molekuly oxidu uhličitého na nejvyšší energetickou hladinu. Poté vyzáří přebytečnou energii ve formě fotonů a vrátí se zpět do nižšího energetického stavu.

Tyto lasery rozdělujeme na kontinuální a pulzní. Pro ošetření textilního materiálu se hodí spíše kontinuální lasery. Hlavními výhodami CO₂ laserů je vysoká účinnost dále pak snadná obsluha, použití netoxického plynu a nízké náklady na zařízení. Ošetřování textilních materiálů tímto typem laseru je bezkontaktní a ekologičtější variantou pro úpravu textilií. [10] [7] [6] [11]

2 PŮSOBENÍ LASERU V TEXTILNÍM PRŮMYSLU

Laserové záření se používá k úpravě povrchových vlastností textilních materiálů, textilií různého složení, pro přírodní i syntetická vlákna. Jako je hedvábí, akryl, acetát, polyester, bavlna a další. Působení laseru na povrch textilie může zásadně ovlivnit vlastnosti na povrchu textilie. Lze měnit morfologii textilie i její chemické a fyzikální vlastnosti.

Po ošetření plošných textilních materiálů laserem má jeho záření v zásadě na jejich vlastnosti podobný vliv. Velice výrazné změny po působení laseru jsou u hodnot pevnosti materiálu. Nastavením základních parametrů laserového paprsku se hodnoty pevnosti dají velice snadno ovlivňovat. Důležitými hodnotami pro nastavení laserového paprsku je čas expozice (pixel time) a rozlišení vypalovaného vzoru (pixel inch). Složení textilního materiálu se také musí brát v potaz při nastavení laserového paprsku. Příkladem je, že laser o stejném nastavení působí jinak na bavlněnou textilií a jinak na textilií polyesterovou. Tloušťka a váha textilního materiálu jsou po hodnotách pevnosti dalšími parametry, které laserové záření značně ovlivňuje.

V následujících kapitolách jsou uvedeny některé ze způsobů užívání laserového záření v textilním průmyslu a podrobněji popsány důsledky jeho působení.

2.1 Laserová difraktografie

Difraktografie je název technologie, díky které se může zjistit součinitel orientace vláken ve vlákenné vrstvě, stupeň anizotropie a v neposlední řadě také dokonalost struktury síťových tkanin. Používá se pro stanovení osnovy a útku u textilií, kde je toto špatně rozeznatelné. Tato technologie se stala důležitá pro řešení strukturálních otázek o textilu, papíru nebo jiných vláknitých materiálech. Nejčastěji se využívají HeNe lasery (helium-neonový laser) s vlnou délkou 633 nm, což umožňuje zkoumání konstrukčních detailů vlákenného materiálu až do hodnoty 633 nm. Struktury, které mohou být rozpoznány díky laserové difrakci, jsou srovnatelné s difrakci rentgenovou, nebo elektronovou na submikroskopické úrovni. Tato metoda za pomoci laseru je nenahraditelná k určení orientace vláken v rovinách. V současné době ji lze také sledovat online za pomoci připojení digitální videokamery. [12]

Zařízení pro laserovou difrakci využívá společně s počítačem absorpci a odrazivost laserového záření textilií, ke zjištění kvality textilie. Takové zařízení je složité, finančně nákladnější, ale zcela automatizované. Důležitou vlastností textilie je kolmost osnovních a útkových nití. Difrakční metody umožňují kontrolu kolmosti obou nití a jejich sledování ve výrobním procesu. Využívá se zejména u textilií, které jsou určené pro tisk, sítotisk. [13]

2.2 Použití laseru k úpravě technických vláken

Vláken, jako jsou vlákna uhlíková, čedičová, skleněná a aramidová se používá pro zpevnění (polymerních) kompozitních materiálů. Technická vlákna jsou velice často používaným materiálem v automobilovém a strojním průmyslu, ve stavebnictví, elektronickém průmyslu atd.

2.2.1 Působení laseru na čedičová vlákna

Využívání čedičového vlákna v oblasti technických textilií v poslední době vzrůstá. Jedná se o přírodní minerální vlákno, které má mimo jiné např. dobré tepelné a izolační vlastnosti, vysokou pevnost v tahu a nízkou hořlavost. Další jeho výhodou je snadná recyklovatelnost a vynikající přilnavost k polymeru pryskyřic a gumy. Čedičová vlákna jsou dobrým materiálem pro vyplnění mezery mezi skleněnými vlákny a relativně finančně náročnými vlákny uhlíkovými a keramickými.

Pro upravení vlastností čedičových vláken, jako je například vytvarování materiálu do určité podoby nebo úprava vzhledu, je dobrým řešením použít IČ záření. Pokud však mají být u vláken upravené pouze povrchové vlastnosti, může být použití laserového ošetření špatnou volbou. Po působení IČ záření dochází k tepelnému poškození ošetřeného povrchu.

Testy, při kterých byl zkoumán vliv působení laseru na čedičová vlákna, se prováděly na CO₂ laseru. Při působení laseru na čedičová vlákna však dochází k velkému poklesu (E) modulu pružnosti a s tím souvisejícím poklesem pevnosti v tahu. Díky působení laseru došlo totiž k vytvoření slabých míst ve vláknech. Z testu vyplynulo, že není výhodné používat laserové IČ záření pro úpravu, samotných čedičových vláken.

Další hledání pro úpravy čedičových vláken vedlo k možnosti použití uhlíku na vlákenném povrchu a pomocí CO₂ laseru docílit jeho roztavení. Vzorek čedičových vláken, byl nejprve potřen roztokem sacharózy a následně sušen při teplotě 105 °C po dobu 10 minut. Následně byl vzorek ozařován laserem. Toto by mohlo ovlivnit pozitivně vlastnosti čedičových vláken. A však při testech se prokázaly taktéž negativní výsledky. I když se tenká vrstva uhlíku na čedičových vláknech, na základě ošetření laserem tvořila, docházelo bohužel i k narušování základního materiálu.

Z výsledků těchto testů vyplývá, že působení laseru z hlediska kladné změny vlastností čedičových vláken není vhodné ani v kombinaci s uhlíkem. Tudíž jediný způsob použití laseru, který se může aplikovat na čedičová vlákna je řezání. [10]

2.2.2 Působení laseru na skleněná vlákna

Vlastnosti skleněných vláken se velice liší a to zejména v závislosti na jejich výrobním procesu a úpravách, ke kterým během něj dochází. Chemické složení skleněných vláken má vliv na mechanické, chemické a tepelné vlastnosti konečného materiálu.

Skleněná vlákna jdou dobře ošetřovat pomocí laserového záření. Při vlnové délce 10,6 μm dochází k absorpci tohoto záření sklem. Skleněný materiál ozářený laserovým paprskem sublimuje. Sublimace je proces, při kterém dochází ke změně skupenství a to pevné látky na plynnou, bez přechodové kapalně fáze. Množství odpařeného materiálu je závislé od síly laserového paprsku.

Laser se používá pro vyleštění povrchu skleněných vláken, zahřívání prasklin a řezání skleněné vlákenné vrstvy. Dále má ošetření skleněných vláken vliv na trvanlivost. Pro tyto úpravy je však velice důležitá intenzita laserového záření. Příliš velké záření může naopak praskliny ve skle vytvářet. Tomu však lze zabránit přidáním stříbrných iontů na povrch skleněných vláken.

V testech byly ošetřovány laserem skleněné netkané rohože o různých tloušťkách různou intenzitou působení laseru. U ošetřených vzorků skleněných rohoží se následně prováděly zkoušky pro zjištění vlivu úprav laserem na mechanické vlastnosti. Pevnost, modul pružnosti a protažení.

Výsledky testů ukazují, že s rostoucí intenzitou laserového paprsku výrazně klesají mechanické vlastnosti skleněných rohoží. Zatímco naopak hodnoty propustnosti, se společně se zvyšující se intenzitou laserového záření, navyšovaly. Takto CO₂

laserem ošetřené materiály mohou být použité v oblastech, kde je zapotřebí vysoká chemická odolnost nebo pak například odolnost vůči teplotě. [4]

2.3 Laserové pojení

Laserové pojení je jedním ze základních využití laserové technologie. Jde o roztavování materiálu za pomoci záření do určité hloubky a docílení co nejmenšího odpařování materiálu. [14] Nečastěji jsou používané kontinuální lasery s vlnovou délkou v infračervené oblasti spektra. Hlavním pozitivem při svařování pomocí laseru je, že nedochází ke kontaktu s materiálem, dále pak také jen malá teplota na malých plochách a rychlé chladnutí. Výhodou při svařování laserem může být také možnost spojování různých druhů materiálů. Laserové svařování se používá např. v: letectví, automobilovém průmyslu, při svařování kontaktů v elektronice nebo při svařování kardiostimulátorů a spojování textilních materiálů. Kromě svařování kovů se začíná rozvíjet svařování např. plastů a dalších speciálních materiálů. [15]

2.3.1 Základní principy pojení laserem

Rozeznáváme dva základní principy pojení, svařování pomocí laseru. První je svařování vedením tepla a ten druhý svařování hlubokého sváru. [15]

Při svařování vedením tepla dochází ke svařování jen do malých hloubek materiálu. Při tomto procesu dochází k tavení materiálu díky absorpci laserového světla a tepelným vedením materiálu.

Pokud se začne zvyšovat plošná hustota výkonu, podaří se dosáhnout hodnoty, při které se začne materiál odpařovat, vzniká plazma. Tímto způsobem vzniká hluboký svár. Svařováním do hloubky se zvyšuje kvalita a trvanlivost sváru. Faktory, které dále ovlivňují vlastnosti sváru, jsou např.: polarizace, vlnová délka laseru, vlastnosti svařovaného materiálu, rychlost svařování atd.

Pro laserové pojení textilií se pracuje s hodnotou měrné energie spojování. Je to energie laserového záření, která je potřebná pro spojení textilií určitého objemu nebo hmotnosti. Pojit textilní materiál lze pouze u textilií s určitým obsahem plastomerních vláken. Plastomerní složky se přivedou na teplotu tavení a za působení určitého přitlaku se vytvoří propojení termoplastickou složkou vlákna ve vláknenné vrstvě v místě ozářeným laserem. Laserové pojení textilií bude vždy pojením bodovým. [12]

2.3.2 Používané druhy laserů pro spojování

Nejběžněji se pro spojování používají CO₂ lasery a dále Nd:YAG lasery, z těch pak lasery pulsní i kontinuální. Pro svařování plastů se používají diodové lasery. Poslední dobou však pro svařování začíná využívat vláknových laserů.

U vláknových laserů je největší výhodou jejich ekonomická stránka používání a to tedy nižší náklady při sváření. Zejména pak menší spotřeba elektrické energie. Základní princip vláknového laseru spočívá v přímém navázání aktivního vlákna resonátoru na výkon z budících laserových diod. [15]

Pro pojení textilií se používá infračerveného záření o vlnové délce 10,6 μm , tedy CO₂ lasery. Toto IČ záření textilní materiál téměř celé pohltí. Pohlcené záření se přemění na teplo. Teplota se zvýší a změní se na teplotu měknutí nebo tavení. [12]

2.4 Laserové řezání

Laserové řezání je používáno zejména u materiálů, které vykazují malou až nízkou tepelnou vodivost. Důvodem používání a rozšíření laserového řezání je oddělení jednotlivých dílů od sebe bez vzniku větší tepelné energie, okolo místa řezu, do plochy řezaného materiálu. [14]

V průmyslu se k laserovému paprsku přivádí plyn, který má za úkol zvýšit teplotu při řezání a také řezání urychlit. Nejčastěji je tímto plynem kyslík. Laserovým řezáním se dají řezat materiály jako např.: keramika, plasty, dřevo, titan a v neposlední řadě také papír, sklo a textilní materiály.

Laserové oddělování textilních materiálů je po technologické stránce velice podobné technologii pojení laserem. Pro vyšší účinnost oddělování textilií je důležité, aby došlo k rychlému odpaření vlákenného materiálu. Při oddělovacím procesu musí být řez prováděn tak, aby se obě části textilie od sebe snadno oddělili. Při oddělování textilií v jedné vrstvě nevznikají žádné zásadní problémy a technologie je už dnes často využívána. Problém však nastává při oddělování textilií ve vrstvách a to zvláště, když jsou v textiliích obsažena termoplastická vlákna. U takových textilií hrozí spojení jednotlivých vrstev. V současné době se tomuto pokouší vyhnout pomocí prokládání jednotlivých vrstev papírem, který zabrání spojení vrstev textilního materiálu.

2.4.1 Řezání krajek za pomoci laseru

Tou hlavní výhodou řezání krajek laserem je podle [16] velice přesný řez, který neporuší okolí krajky. Ale naopak nevýhodou je, že je řez na svém okraji zpevněn díky zatavené hraně po řezu laserem. Což snižuje komfortní vlastnosti materiálu. Materiál, který byl při testech řezán laserem, ze kterého je krajka upletená je nylon. Jedná se o materiál, který je běžně používán na krajky u spodního prádla.

Ze závěru z výsledků testů z [16] je zřejmé, že je výhodné řezat materiály z nylonu pomocí laseru. Vlastnosti okrajů v místě řezu se dají ovlivnit pomocí pulsních procesů laseru. Energie pulsů se při jednotlivých pulsech snížila a to i pro každé vlákno. Délka působení laseru při řezu v jednotlivých pulsech byla minimální tak, aby se zajistil malý relativní pohyb mezi laserem a pohybujícím se vzorkem. Konečná hodnocení dokazují, že laserové pulsní řezání vzorků krajek z nylonu má srovnatelné vlastnosti jako, při mechanickém oddělování. Ale je nutné ještě nadále pozitivně ovlivnit a snížit tuhost a tvrdost okrajů laserem oddělované krajky, přestože se její okraj při výrobě spodního prádla dále zpracovává.

2.5 Laserové gravírování

Laserové gravírování je proces, při kterém dochází ke vzorování daného materiálu pomocí laseru. Jde o vytvoření nějakého motivu na povrchu materiálu. Díky laserovému zařízení se dají vzory, popisy i označení vytvářet s velkou přesností a díky různým intenzitám laserového záření se dá gravírovat velké množství druhů materiálů, jako například: sklo, plast, dřevo, kov i kůže. Vytvořený vzor je velice přesný a trvanlivý. Motiv na předmětu vzniká tepelným působením laserového svazku, který mění nebo odstraňuje vrstvu materiálu na jeho povrchu do určité hloubky. Tímto způsobem mohou být značeny jednotlivé díly, části, součásti, ale i hotové výrobky.

Při označování laserem jde o bezkontaktní popisování daného materiálu. Gravírování laserem je také, na rozdíl od dalších metod značení jako např.: různé druhy tisku, leptání či bělení atd., ekologický. [17] Laserové vzory nikdy nevyblednou a svou vysokou kvalitou předčí tradiční tisk. Zároveň u tohoto procesu odpadá složitý proces praní či sušení.

2.5.1 Gravírování denimu

Gravírování laserem se používá i při zdobení textilního materiálu, zejména pak denimu. Díky působení laseru na denim dochází v místech ozáření blednutí materiálu bez použití chemikálií. Efektu kresby je docíleno vypálením stopy do povrchu textilie. [18]

Denim a výrobky z denimu zabírají podstatnou část oděvního trhu a tak se stále hledají nové způsoby jak nejlépe přizpůsobit jejich výrobu módním trendům a požadavkům trhu. Denim bývá různě vzorován, zdoben, prořezáván a záměrně povrchově měněn. Toto se děje při různých operacích jako např.: kartáčování, pískování, broušení a v neposlední řadě i bělení pomocí chemikálií. Při bělení však dochází mimo jiné i ke znečišťování odpadních vod a tím i životního prostředí. Proto byly hledány nové způsoby jakými docílit stejného efektu bez nežádoucích vedlejších účinků a laser je nejvhodnější možností. [18]

Způsob reakce tkaniny podle [18] závisí na několika proměnných hodnotách a to na intenzitě laserového paprsku, rozlišení a času působení na materiál. Změnou intenzity laserových paprsků se dá regulovat odstraňování různého množství povrchových vláken a barevná změna molekul na povrchu tkaniny. Což způsobuje různé změny v omaku textilie a také změny v barvě.

Barevné změny džínové textile jsou vyvolané odpařováním barvy indigo. V místě, kde působil laserový paprsek, docházelo k blednutí džínové tkaniny a tudíž ke snížení množství barviva v tkanině. Se zvyšující se intenzitou laserového paprsku se barvivo odpařovalo rychleji. Dalším efektem, který vznikl při gravírování, byla změna odstínu vzorku denimu na zeleno-žlutý. Z testů vyplývá, že zvyšováním výkonu laseru dochází k většímu blednutí denimu a tudíž i ke snížení obsahu indigo barviva v tkanině. Blednutí však závisí také na kombinaci nastavovaných parametrů laseru a to rozlišení a času.

Další studie se také zabývala srovnáním odstraňováním indiga barviva pomocí laserové technologie a tradičnější metodou pískování. Testy byly prováděny na denimu, 100% bavlny. Po úpravě a odstranění barviva, byly oba způsoby stejně vyprány a usušeny. Denim byl prán na sedm programů po různou dobu a celý proces byl opakován třikrát. Po vysušení se hodnotily vlastnosti pevnosti a změny hmotnosti a vyblednutí barviva. Testy prokázali téměř stejné výsledky, co se týká zjišťovaných hodnot. Testy ukazují na důležitost zvolení si parametrů nastavení intenzity laseru

stejně jako nastavení tlaku u procesu pískování. Rozdílný parametr, který hovoří pro laser, je ekologická stránka věci. [19]

2.6 Vliv laseru na vlastnosti bavlněné textilie

Ošetření bavlny má podle [20] vliv na její hmotnost a pevnost. Se zvyšujícím se nastavení laseru, tedy rozlišení se hodnoty pevnosti snižovaly. Bavlněná tkanina má také sklon ke žloutnutí na svém povrchu po ozáření. Ale toto se po různých změnách nastavení parametru od sebe příliš nelišilo. Vlastnosti ozářené tkaniny se zjišťovaly rastrovacím elektronovým mikroskopem a Kawabata systémem pro textilie (KES-F). Byla zjišťována schopnost vláken, přijímat barviva a změna jejich barvy.

Ukázalo se, že laser má vliv na vyblednutí barvy u bavlněného materiálu. Po působení laseru na bavlněnou tkaninu vznikají na vláknech praskliny a trhliny. Tyto póry vytvoří novou strukturu bavlněného vlákna a to tzv. houby. S tím souvisí i ztráta pevnosti. Žloutnutí až hnědnutí bavlny po ošetření laserem je způsobeno oxidací, kvůli odstranění karboxylových skupin.

S vyšší intenzitou laseru také klesla podle [20] pevnost v tahu u bavlněné textilie. Čím více se zvyšovalo nastavení rozlišení a čas expozice, na vzorcích se objevovaly výrazné obrazy rytí, pevnost vzorků se snižovala a následkem bylo trhání se materiálu.

Co se týká schopnosti přijímat barvivo, byly vzorky ošetřené laserem po obarvení světlejší na rozdíl od vzorku neošetřených. Toto je způsobeno vyšší odrazivostí světla a nízkou schopností pohltit barvivo. Čím nižší odrazivost tím větší schopnost přijímat barviva. [20]

2.6.1 Působení laseru na povrch bavlny

Pro ozařování bavlněného textilního materiálu laserem se musí pečlivě nastavit dva základní parametry laserového paprsku. Tím první je dpi, tedy rozlišení. Což představuje intenzitu laseru při dopadu na určité místo. Tím druhým parametrem je μs , čas expozice. Tato hodnota představuje čas, za který se laserová hlava dostane na polohu u každého obrazového bodu. Delší μs znamená delší dobu kontaktu s povrchem textilie a zároveň působení více energie, což vede k větší míře vypalování. Vzorky v [10] byly vypalovány CO_2 laserem o těchto parametrech: vlnová délka 10,6 μm ; rozlišení 40, 50 a 60 dpi; μs 100, 110 a 120. Výsledky byly hodnoceny pomocí

Fourierovi transformace, infračervené spektroskopické analýzy a rastrovacího elektronového mikroskopu (SEM), který dokáže zvětšit obraz až 3000 krát.

CO₂ laser generuje infračervené záření, které může způsobovat tepelnou degradaci bavlny. Proto je velice důležité sledovat nastavení parametrů, tak aby nevznikaly nežádoucí účinky na textilním materiálu. Celulózové molekuly v bavlně, které se díky působení laseru dehydratují, oxidují a vytvoří karbonylovou skupinu. Bavlněné vlákno obsahuje na povrchu uhlík (C), dusík (N) a kyslík (O). Bylo zjištěno, že po použití laseru se snižuje uhlík a zvyšuje kyslík a dusík. Čím více se zvyšovala hodnota i_p byla změna výraznější. Toto se může dít díky tomu, že se některá vlákna po vyrytí laserem úplně ztratí a tudíž poklesne obsah uhlíku.

Laserové ošetření bavlněné textilie má vliv na její povrchové vlastnosti. Na povrchu bavlny vznikaly póry, praskliny a jejich množství se lišilo a dalo se ovlivnit podle nastavení parametrů laseru. Z výsledků testů vyplynulo, že laserové záření vyvolává uvnitř bavlny tepelně degradační procesy, které se projevují oxidací a vznikem karbonylových a karboxylových skupin, které se objevovaly v ozářené oblasti textilie. [11]

2.7 Laserová modifikace polyamidových tkanin

Jedná se o novou metodu, díky které se dají modifikovat, tedy měnit vlastnosti polyamidových tkanin působením CO₂ laseru. Polyamidové vlákno se skládá z aminu (organická sloučenina amoniaku), karboxylových skupin kyseliny a amino-skupin podél řetězce. [21]

Po působení laseru na polyamidovou tkaninu se zvýší její schopnost přijímat barvivo, zatímco se sníží její pevnost. Vzorky byly hodnoceny podle FTIR a sorpční metody jódu. Analýza objevila vztah mezi snížením krystalinity a zvýšením afinity k barvivu u polyamidových tkanin. Testy ukázaly, že podle toho s jakou intenzitou působil laser na povrch tkaniny, se zvýšila koncentrace volných aminokyselin. Volné aminokyseliny jsou potřebné při barvení kyselinou a reaktivními barvivy. Působení laseru však nemá vliv na rozptýlení barviva v polyamidu.

Polyamidové textilní materiály se také pomocí laseru dají vzorovat podobně jako bavlna. Vytvářet tak různé popisy a vzory v různých změnách odstínů podle intenzity laseru bez použití chemikálií. [21]

3 POUŽITÍ LASERU V ODĚVNÍM DESIGNU

Poptávka po nových nevšedních technologiích roste nejen v technické oblasti. V současné době přichází řezání a vzorování laserem do módy jak v bytovém designu, tak v oděvním designu. Při použití laseru pro zpracovávání textilního materiálu odpadají některé problémy, typickým je například velké třepení materiálu, a získávají se mnohé výhody. Hlavními přednostmi laseru pro design textilií je možnost vypálení i složitých vzorů, variabilita jejich velikosti, přesnost vypálení a možnost stálého opakování. Další výhodou je odstranění třepení materiálu, u oddělování textilních materiálu s obsahem syntetické složky.

Laser je obrovským plusem při oddělovacím procesu. Při klasických mechanismech stříhání a oddělování stříhových dílů bývají velké problémy s třepením materiálu a při oddělování nůžkami často i s přesností. Při použití laseru toto vše odpadá. A to i u velmi jemných textilních materiálu jako je např. šifon. Ani při řezání kůže laser nevykazuje žádné nežádoucí výsledky, ba naopak díky laseru se může s vysokou přesností jeden vzor stále opakovat bez nějaké deformace tvaru. Další výhodou je minimální ztráta materiálu díky prostřihům. Pro řezání laserem se dají jednotlivé díly umístit velmi efektivně a dají se jím vyřezat i ty nejmenší díly a součásti modelů. [22] [23]

Laserovou technologii používá několik módních návrhářů např.: Karen Aubry, Zac Posen, Michael Angel, Alexander McQueen, Marchesa případně značka Victoria Secret. [23]

3.1 Designová úprava polyesterové tkaniny pomocí laseru

Ve studii s názvem Application of laser treatment for fashion design jsou uvedeny způsoby a důsledky působení laseru na polyesterovou tkaninu a způsoby využití pro módní návrhářství. Po působení laseru na textilií byly sledovány vlastnosti jako: pevnost, pevnost v tahu a barevný rozdíl pomocí optického mikroskopu a tyto vlastnosti byly porovnávány s vlastnostmi textilie před působení laseru. [24]

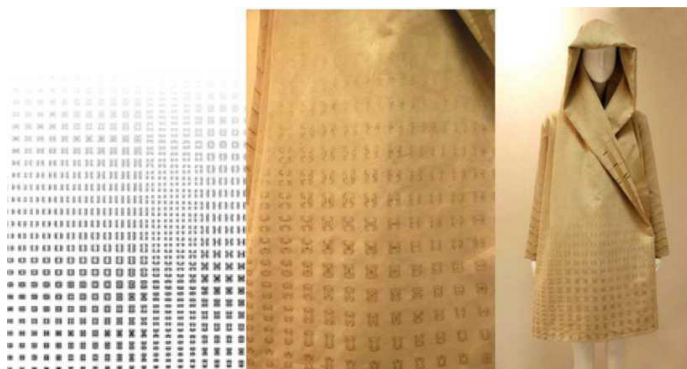
Průběh testování spočíval v aplikaci laserového záření o hodnotě vlnové délky 10,6 μm na 100% polyesterovou tkaninu plátňové vazby. Vzor byl vytvořen v programu

Photoshop ® CS4 a ve formátu jpg. Pomocí počítačů pak propojen s laserovým zařízením.

Pro kompletní analýzu změny materiálu pro ošetření laserem byly provedeny zkoušky jako tloušťka a hmotnost textilního materiálu před a po působení laserového paprsku. Vlastnosti polyesterové tkaniny po působení laserového paprsku plně souvisí s rozlišením a časem expozice. Zesílení parametrů může docházet až k propálení materiálu.

Při tvorbě vzorů na oděv jsou důležité parametry a nastavení laseru, ale také druh softwaru, ve kterém byl desénový návrh na textilií vytvořen. Nejvhodnější kombinací parametrů pro polyesterovou textilií je podle výsledků testů 40 dpi/180 μ s.

Pomocí laseru lze také dosáhnout trojrozměrných vzorů na oděvy. A to gravírováním. Před použitím laseru na oděv je nutné si dobře promyslet, kde má být výsledný vzor umístěn. Při testech bylo použito nastavení 30 dpi/180 μ s tak aby nedošlo k poškození tkaniny. Po ošetření dané plochy textilního materiálu, byla v místě vzoru a zároveň v místě působení laserového paprsku znatelná změna barevného odstínu. Pokud se při navrhování vzoru použije postupného přechodu od šedavých odstínů po černou je možné gravírováním vytvořit na oděvu také barevný přechodový efekt, jak je vidět na obrázku č. 2.



Obr. č. 2.: Textilní materiál ozářený laserem. [24]

Výsledky studie ukazují, že vzorování laserem je vhodné pro použití v módním návrhářství a nabízí spoustu různých modifikací a způsobu užití laseru při změně vzhledu oděvu. Laseru lze užít jak pro změnu povrchových vlastností textilního materiálu, tak pro jeho estetický vzhled a dosáhnout tak neobvyklého módního efektu.

Laser může působit na samotný textilní materiál, díly nebo stříhové součásti k oděvům stejně tak jako na samotný hotový oděv. Úprava textilních materiálů laserem má velký potenciál v textilním průmyslu a zároveň otevírá prostor pro nový módní design. [24]

3.2 Vzorování textilie 45% hedvábí / 55% polyester laserem

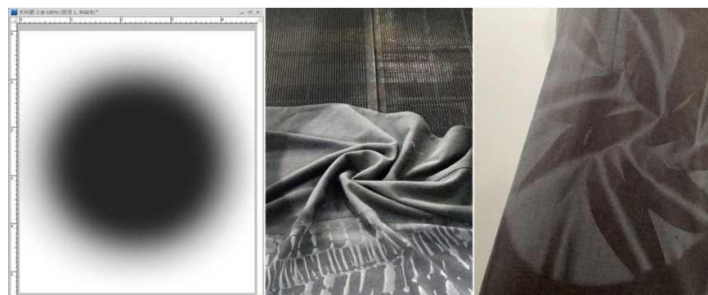
Zdobení plošné textilie za pomoci laserové technologie se zabývali na čínské univerzitě Hong Kong Polytechnic University. Účelem této práce bylo propojit technologii s designem a díky použití laseru vytvořit zajímavé vzory na textilní materiál. V zory vytvořené laserem byly utvořené bez ekologického zatížení a přesně. Prvním krokem bylo vytvořit vzor, který měl být vypálen CO₂ laserem do textilního materiálu ze 45% hedvábí a 55% polyesteru. Designové návrhy vzoru byly vytvořeny v softwaru Adobe Photoshop ®. V takovém programu lze vzor snadno upravovat, otáčet a množit. Po vytvoření konečného vzoru byl převeden do různých stupňů šedi, aby byl vypálený vzor jasně čitelný.

Textilní materiál, byl ozařován laserem různými způsoby. Tím prvním způsobem bylo vypalování vzoru na hotový oděvní výrobek. V tomto případě byly na kalhoty vypáleny vzory po celé jejich délce, jak je vidět na obrázku č. 3.



Obr. č. 3.: První způsob vzorování laserem. [25]

Druhým způsobem bylo položení látky úmyslně zřasené do pomyslného kruhu. Vzor, kruhu byl na látku také vypálen a tímto způsobem byly vytvořeny zajímavé vzory po narovnání látky, jak ukazuje obrázek č. 4.



Obr. č. 4.: Druhý způsob vzorování laserem. [25]

Následovalo položení přeložené lásky s vytvořenými sklady, na které byl vypálen půl kruh a rozdílný způsob nasměrování látky vytvořil rozdílný efekt, který je vidět na obrázku č. 5.



Obr. č. 5: Třetí způsob použití laseru. [25]

Poslední vzor byl vytvořen pomocí zavázaných uzlíků provázkem. Přes takto naskládanou látku do vypalovacího prostoru laseru byl vypálen jednoduchý vzor pruhu, který přechází z černé do šedavých odstínů. Toto znázorňuje obrázek č. 6.



Obr. č. 6.: Čtvrtý způsob vzorování laserem. [25]

Tato práce ukazuje, že je možné za pomoci laseru vzorovat textilní materiály nápaditě a tak vytvořit nový design použitelný pro oděvní návrhářství. Technika vzorování použitá v této práci je vzhledově srovnatelná s technikou batikování. Batika, však pracuje s barvivy, které jsou škodlivé pro životní prostředí zejména pro čištění odpadních vod. Toto odbarvování textlie laserem je nenáročné z hlediska vlivu na životní prostředí, což je tou hlavní výhodou. [25]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4 POPIS EXPERIMENTU

Úkolem experimentální části bylo zjistit, jakým způsobem působí laserové záření na textilie s vlasem. První fáze experimentu zahrnovala zkoumání působení laseru na textilie a díky tomu zvolit správné parametry nastavení laseru. Zkoumalo se, zda je znatelný rozdíl a změna dané textilie při různé intenzitě tohoto záření a zda je také ovlivněné složením textilního materiálu případně délkou vlasu. V experimentální části se testovaly oděvní textilie.

Z osmi testovaných vzorků textilií byly vybrány čtyři materiály, na kterých se testovala pevnost, tažnost, tloušťka a oděr.

Dále byly zjišťovány morfologické změny u všech osmi textilií, které vznikly po působení laseru. Jednalo se o lesk, barevnost a vzhled vláken v textilií pomocí elektronového mikroskopu.

4.1 Obecný popis laserového zařízení

Laserové testy probíhaly na zařízení Marcatex Flexi 150/250. Jedná se o vrstvý systém laseru CO₂ buzený vysokou frekvencí. Toto zařízení bylo konstruováno jako přístroj pro svařování, řezání a rytí pro průmyslové aplikace. Všechny ovládací prvky jsou integrovány v jedné ovládací skříni, tedy se jedná o kompaktní přístroj.

4.1.1 Technické parametry laseru

Model	Marcatex 150/250 flexi
Průměrový výkon	150/250 W
Špičkový výkon	230/400W
Napájení	220V ca ± 10% jednofázové
Vstupní napětí	200 – 240V ca ± 10% jednofázové
Provozní kmitočet	50/60 Hz ± 1%
Spotřeba	Laser ZAP: 2,3 Kw, 8,7A con

Tab. č. 5.: Parametry laseru.

4.1.2 Parametry laserového svazku paprsků

M ² (K): < 1,2 (>0.8)	
Rozbíhavost (divergence) paprsků	< 2,5 mrad (celý úhel)
Eliptičita paprsku	< 1,2:1
Stabilita směru svazku	200 mrad (poloviční úhel)
Průměr svazku, (1/e ²)	7,5 ± 0,5 mm (pro normální korekci svazku)
Vlnové délka	10,6 μm
Polarizace	Lineární (kolmo na základ hlavy laseru)

Tab. č. 6.: Parametry laserového svazku.

4.1.3 Software (programové vybavení)

Grafické rozhraní Windows XP
Sestavené pro práci s textovými a grafickými editory
Kompatibilní s formáty DXF, BMP, JPG
Umožňuje práci s šedou stupnicí 256
Integrace sekvenčního přehledu zpráv
Externí digitální volba
Možnost propojení s jinými systémy

Tab. č. 7.: Software. [49]

4.2 Textilie

Testované textilie byly poskytnuty akciovou společností VELVETA a. s. se sídlem ve Varnsdorfu. Tato společnost je předním evropským výrobcem bavlnářských tkanin pro oděvní účely. Společnost vyrábí manšestry, prací kordy, samety, dyftýny a elastické hladké oblekové tkaniny. [26]

K testování bylo použito celkem osm textilií, které jsou znázorněny v tabulce č. 8.

<i>Označení materiálu</i>	<i>Artikl</i>	<i>Název materiálu</i>	<i>Složení materiálu</i>	<i>Hmotnost g/m²</i>	<i>Dostava os./út. na cm</i>	<i>Provázání vlasu</i>	<i>Poměr útku zákl. : vlas.</i>	<i>Počet řádků na inch</i>
M1	čv. 5602	osnovní samet	100% bavlna	200	51 / 32	V	plyš	
M2	čv. 6010	osnovní samet	80% bavlna 20% PL	270	51 / 30	V	plyš	
M3	Natty I20	útkově elastický prací kord	53% PL 45% bavlna 2% EA	245	26 / 57	W	1 : 2	22
M4	čv. 3157	Široko - řádkový manšestr	50% bavlna 50% PL	340	29 / 39	W+V	1 : 2	6
M5	Nancy	prací kord	100% bavlna	180	28 / 62	W	1 : 2	18
M6	Ram	dyftýn	80% bavlna 20% PL	320	25,5 / 44,5	8-mi vazný atlas	Ram	
M7	čv. 4322	Úzko - řádkový manšestr	75% bavlna 25% PL	295	33 / 53	W	1 : 2	14
M8	čv. 4323	Úzko - řádkový manšestr	75% bavlna 25% PL	295	33 / 53	W	1 : 2	14

Tab. č. 8: Tabulka textilních materiálů.

4.3 Výběr textilií pro měření změny mechanických vlastností

Pro testování změny mechanických vlastností textilií po působení laseru byly vybrány čtyři textilie z osmi. Tyto vzorky z textilií byly vybírány podle jejich materiálového složení a vzhledu.

Každý materiál byl vypálen, pro všechny testy pro změnu vlastností, stejnými intenzitami.

4.4 Popis měřených parametrů a postupy testů

4.4.1 Tloušťka textilie

Měření tloušťky textilie bylo prováděno za účelem zjištění změny tloušťky textilie s vlasem po působení laserového záření o různých parametrech nastavení laseru.

Pro stanovení hodnot změny tloušťky textilie po působení laserového záření byly vybrány čtyři textilie. Od každé textilie bylo odebráno šest vzorků. Přičemž první vzorek nebyl vystaven žádnému záření. Následující vzorky byly ozářeny laserem o různé intenzitě paprsku. Intenzita laseru u vzorků byla postupně zvýšena.

Pro měření změny tloušťky bylo použito normy [27] pro zajištění správného měření a vyhodnocení výsledků měření. V této normě [27] je definována tloušťka textilie, jako kolmá vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, přičemž na textilií působí přítlak.

Zkušební zařízení: Tloušťkoměr odpovídající ISO 10012-1

Plocha použitého přitlačného kotouče: 200 mm²

Použitý přítlak: 1000 Pa

Podmínky laboratoře: 20°C, 65% rH

Vyhodnocení naměřených hodnot:

Aritmetický průměr: mm

Variační koeficient: %

95% interval spolehlivosti: mm

$$s^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad s = \sqrt{s^2}$$

$$95\% IS = \bar{x} \pm t(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

4.4.2 Pevnost a tažnost textilie

Pro testování mechanických vlastností pevnosti a tažnosti textilií byly zvoleny čtyři textilie. U tohoto měření byl zvolen rozdílný počet měřených vzorků od počtu vzorků uvedených v normě. [28] Byl zvolen jeden vzorek střižený po osnově a druhý vzorek střižený po útku a to od každé textilie o pěti rozdílných intenzitách laseru, plus jeden vzorek po osnově i útku bez působení laseru.

Zkušební přístroj CRE: Metrologický certifikační systém trhacího zkušebního přístroje musí odpovídat EN ISO 10012

Velikost zkušebního vzorku: 250 až 300 mm X 50 ± 1,0 mm

Vzorky byly klimatizovány podle EN ISO 139

Podmínky laboratoře: 20°C, 65% rH

Rychlost protahování: 100 mm/min

Upínací délka vzorku: 200 mm

Typ připraveného zkušebního vzorku: proužek

Předpětí: 5N

Průběh zkoušky: působení síly až do narušení vzorku

4.4.3 Odolnost textilie vůči oděru

Pro zjišťování odolnosti textilie v oděru byly zvoleny čtyři textilie. Pro každou textilií byly zvoleny, na rozdíl od předchozí zkoušky, pouze tři nižší intenzity laseru a vzorek bez působení laseru pro porovnání změny vzhledu. Důvodem zvolení pouze těchto vzorků byl fakt, že při vyšší intenzitě laseru vzorky vykazovaly v předešlých testech, tloušťky textilie, pevnosti a tažnosti, nevhodnost použití v oděvní výrobě.

Pro zjištění odolnosti textilie vůči oděru byla použita kombinace dvou norem. [29] [46] V normách je stanoven kruhový vzorek, který je odírán o oděrací standardizovanou textilií. Pro vyhodnocení změny vzhledu stačilo jedno opakování zkoušky, tedy dva stejné vzorky. Na rozdíl od norem, kde se hovoří o třech vzorcích. Hodnotí se změna vzhledu. U vlasových textilií dochází k úbytku vlasu. Nepříznivý vzhled textilie a úbytek vlasu, ovlivnili rozhodnutí o ukončení zkoušky.

Zkušební přístroj: přístroj Martindale podle normy ISO 12947 - 1

Rozměry vzorku (odíraná textilie): průměr $38^{+0.5}$

Rozměry odírací textilie: průměr 140 mm

Podmínky laboratoře: 20°C, 65% rH

4.4.4 Lesk textilie

Změny lesku textilie po působení laserového záření se měřily přístrojem ZEHNTNER, testing instruments, ZGM 1110. Přístroj měří geometrii nastavitelnou pod úhly 20°, 60° a 85°. Měřeno bylo osm testovaných textilií při osmnácti intenzitách laseru.

Lesk lze definovat jako poměr mezi intenzitou dopadajícího záření a záření odraženého. Měření lesku je založeno na měření intenzity odraženého záření při různé geometrii. Hodnoty lesku jsou vyjadřovány jednotkou lesku [GU].

V případě měření lesku u vlasových textilií jsou jednotky lesku nižší než 10GU, proto bylo pro stanovování hodnot lesku použito úhlu 85°, při kterém by měl být lesk textilie, jako matného objektu, nejvyšší. [30]

4.4.5 Barevnost textilie

Měření barevnosti proběhlo na spektrofotometru Datacolor SF600. Změny barevnosti byly měřeny u osmi testovaných textilií při osmnácti intenzitách laseru. Tento přístroj měří remisní křivky. Z remisních křivek se vypočítaly pomocí Kubelka – Munkovy funkce hodnoty K/S.

Kubelka – Munkova závislost je základní vztah pro fyzikální popis remise světla z textilie. Tato závislost vychází z představy dopadu světla na textili. Světlo se částečně rozptýlí a částečně pohltí. Rozptýlení světla značí rozptylový koeficient K a absorbování světla absorpčním koeficientem S. [31][50]

Model: Datacolor SF600

Spektrální rozsah: 360 – 700 nm

Světelný zdroj: pulzní xenonové výbojky

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2xR}$$

K...koeficient absorpce barviva na λ_{\max}

S...koeficient rozptylu na λ_{\max}

R...remise odraženého světla na λ_{\max}

4.4.6 Rastrovací elektronová mikroskopie

Pro měření byl použit rastrovací elektronový mikroskop VEGA-TESCAN. Snímky byly vytvořeny pro osm testovaných textilií, při pěti intenzitách laseru, plus vzorek bez působení laseru. Použito bylo stejné zvětšení u všech snímků a to 500 μm a 100 μm .

Rastrovací elektronový mikroskop dále SEM pracuje s vakuem min. 10^{-2} [Pa], a proto se preparáty musí speciálně připravit naprášením kovu, zlatého prachu. Činnost takového mikroskopu je založena na úzkém svazku elektronů emitovaných ze žhavené katody a urychlovaných v elektronové trysce. Elektromagnetické čočky paprsek dále zpracovávají a rozprostřou jej po povrchu sledovaného objektu. Ve stejnou dobu je rozprostřen elektronový svazek paprsku v místě pozorovaného obrazu. [32]

4.5 Popis vypalování a označení ozářených vzorků

<i>Označení vzorku</i>	<i>Threshold color</i>	<i>Threshold pointer</i>	<i>Duty cycle [%]</i>	<i>Pixel time [μs]</i>	<i>Pixel inch [dpi]</i>
a	0	0	0	0	0
d	220	220	50	80	40*40
f	220	220	50	150	40*40
h	220	220	50	250	40*40
m	220	220	50	500	40*40
s	220	220	50	800	40*40

Tab. č. 8. : Natavené parametry laserového záření u jednotlivých vzorků pro testování tloušťky, pevnosti a tažnosti, odolnosti vůči oděru a snímků z SEM.

Pro měření odolnosti vůči oděru byly vyloučeny vzorky s hodnotami Pixel time 500 μ s a 800 μ s. Předchozí testy ukázaly nevhodnost těchto intenzit pro použití v oděvní výrobě.

<i>Označení vzorku</i>	<i>Threshold color</i>	<i>Threshold pointer</i>	<i>Duty cycle [%]</i>	<i>Pixel time [μs]</i>	<i>Pixel inch [dpi]</i>
a	0	0	0	0	0
b	220	220	50	30	40*40
c	220	220	50	50	40*40
d	220	220	50	80	40*40
e	220	220	50	100	40*40
f	220	220	50	150	40*40
g	220	220	50	200	40*40
h	220	220	50	250	40*40
i	220	220	50	300	40*40

j	220	220	50	350	40*40
k	220	220	50	400	40*40
l	220	220	50	450	40*40
m	220	220	50	500	40*40
n	220	220	50	550	40*40
o	220	220	50	600	40*40
p	220	220	50	650	40*40
q	220	220	50	700	40*40
r	220	220	50	750	40*40
s	220	220	50	800	40*40

Tab. č. 9.: Parametry nastavení laseru pro měření barevnosti a lesku.

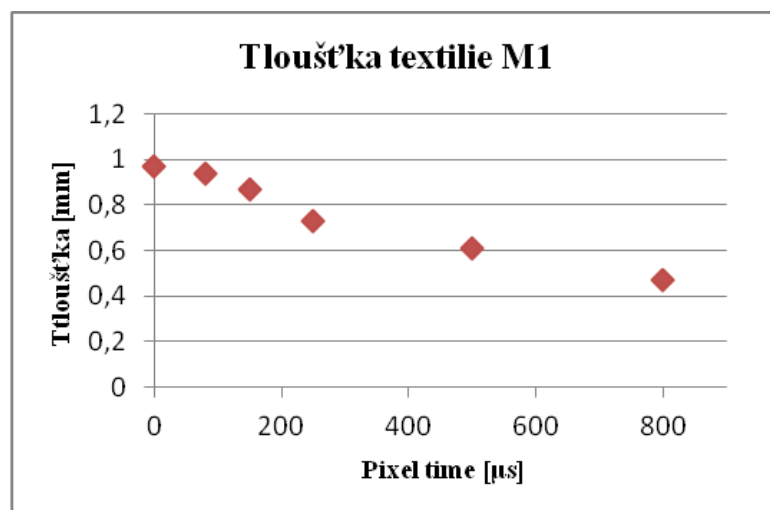
4.6 Textilie M1



Obr. č. 7.: Textilie M1.

4.6.1 Tloušťka textilie M1

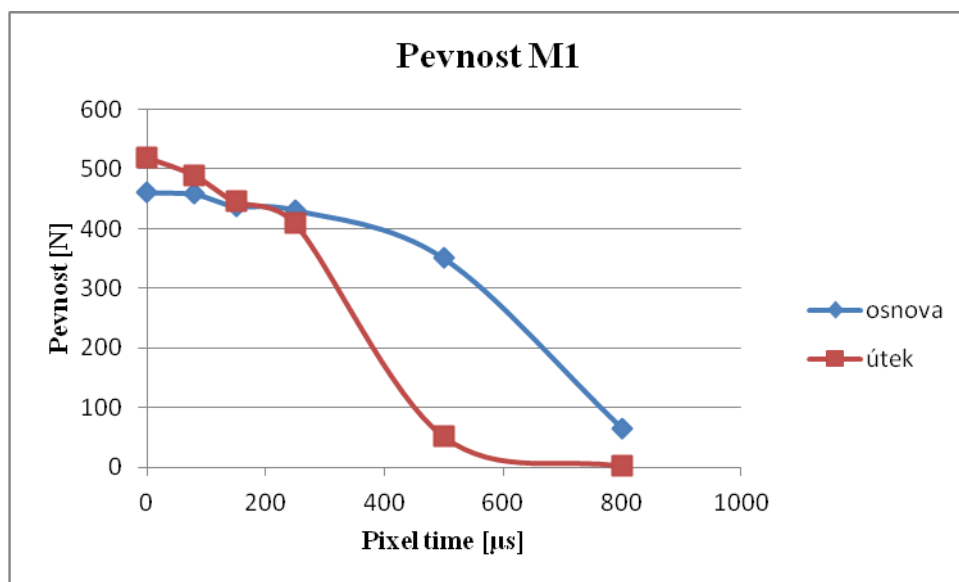
Na grafu je vidět postupný pokles tloušťky textilie po působení laseru. Vyšší intenzitou tloušťka více klesá.



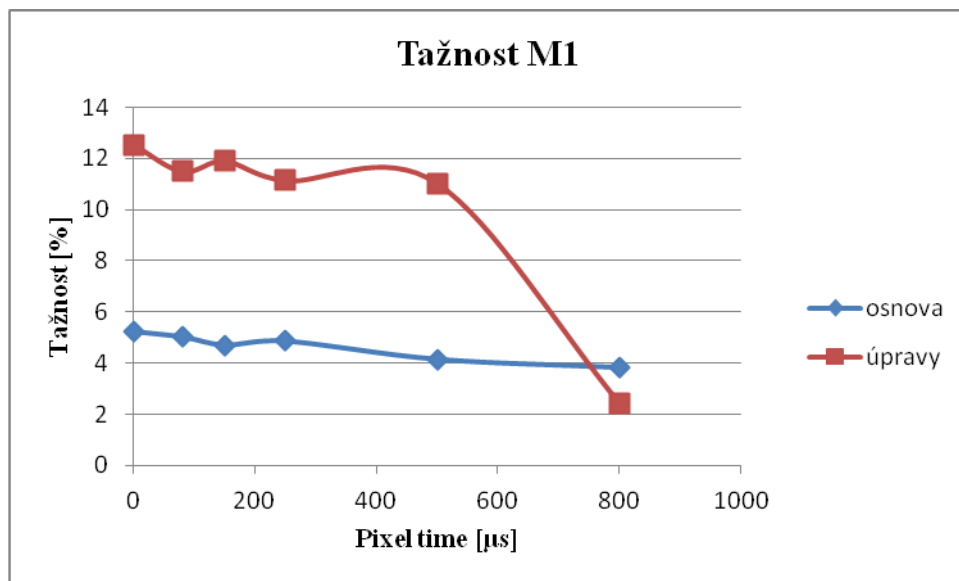
Graf č.1.: Změna tloušťky textilie M1 po působení laseru.

4.6.2 Pevnost a Tažnost textilie M1

Na následujícím grafu je vidět výrazný pokles pevnosti textilie od nastavení intenzity laseru 250 μs . Výrazné rozdíly jsou pozorovatelné i u osnovy a útku, zejména pak u grafu tažnosti.



Graf č. 2.: Pevnost textilie M1, osnova i útek.



Graf č. 3.: Tažnost textilie M1, osnova i útek.

4.6.3 Odolnost textilie M1 vůči oděru

<i>Vzorek</i>	<i>500 ot.</i>	<i>1000 ot.</i>	<i>1500 ot.</i>	<i>2000 ot.</i>
M1a	Vzorek zůstává téměř beze změny	Na vzorku je znatelné narušení vlasu	U vzorku je pokračující narušení vlasu	Vzorek vykazuje jemně prosvítající základ
M1d	Na vzorku nejsou žádné žmolky, odstranění vlasu poškozeného laserem – změna barvy	U vzorku prosvítá základní textilie, rozvolnění vlasu	Vzorek vykazuje malé množství žmolků, prosvítající základní textilie	Pokračující změna vzorku, žmolky, prosvítající základní textilie
M1f	U vzorku dochází k odstranění vlasu a v barevnou změnou po působení laseru	Na vzorku nejsou viditelné žmolky, prosvítající základní textilie, rozmělnění vlasu	Pokračující změna vzorku, rozvolněný vlas, prosvítající základní textilie	Vzorek obsahuje malé žmolky, prosvítající základní textilie
M1h	Na vzorku dochází k odstranění vlasu poškozeného laserem – změna barvy	Vzorek vykazuje rozvolnění vlasu, prosvítající základní textilie	U vzorku žádné žmolky, pokračující změna rozvolnění vlasu	Na vzorku znatelně prosvítá základní tkanina, zkrácení vlasu

Tab. č. 10.: Vyhodnocení odolnosti textilie M1 vůči oděru, 1. Část.

<i>Vzorek</i>	<i>3000 ot.</i>	<i>4000 ot.</i>	<i>5000 ot.</i>	<i>7000 ot.</i>	<i>9000 ot.</i>
M1a	X	X	U vzorku prosvítá základní textilie, poškozený vlas	Pokračující změna vzorku, prosvítající základní textilie	Znatelné známky změny vzhledu vzorku, konec zkoušky
M1d	Na vzorku znatelně prosvítá základní tkanina, tvorba žmolků	U vzorku prosvítá základní textilie, místy odstranění vlasu, konec zkoušky	X	X	X
M1f	U vzorku prosvítá základní textilie, narušení vlasu	Na vzorku je znatelná změna vzhledu, místy odstranění vlasu, konec zkoušky	X	X	X
M1h	U vzorku viditelně prosvítá základní textilie, místy narušení vlasu	Na vzorku je viditelná změna vzhledu, odstranění vlasu, konec zkoušky	X	X	X

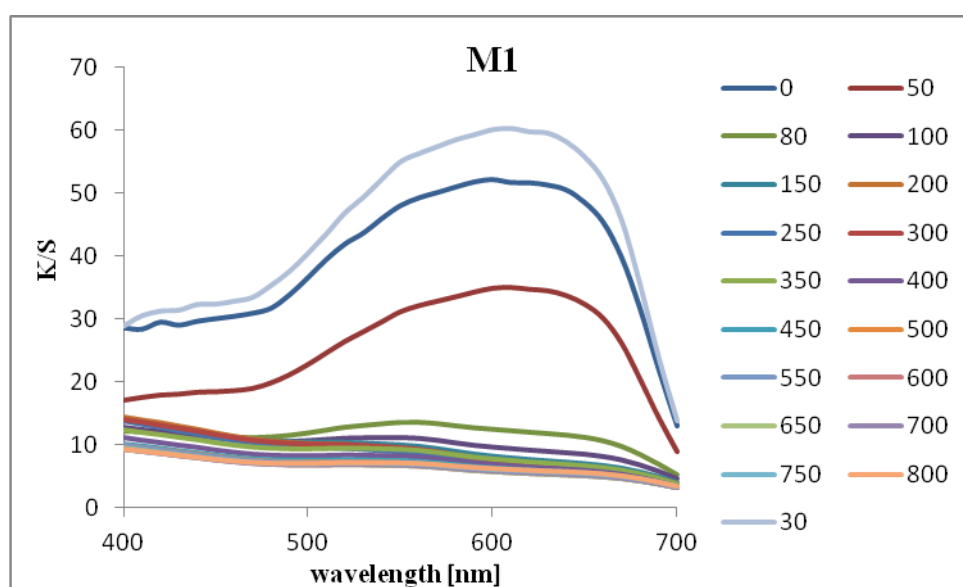
Tab. č.11.: Vyhodnocení odolnosti textilie M1 vůči oděru, 2. Část.

4.6.4 Barevnost, K/S remise

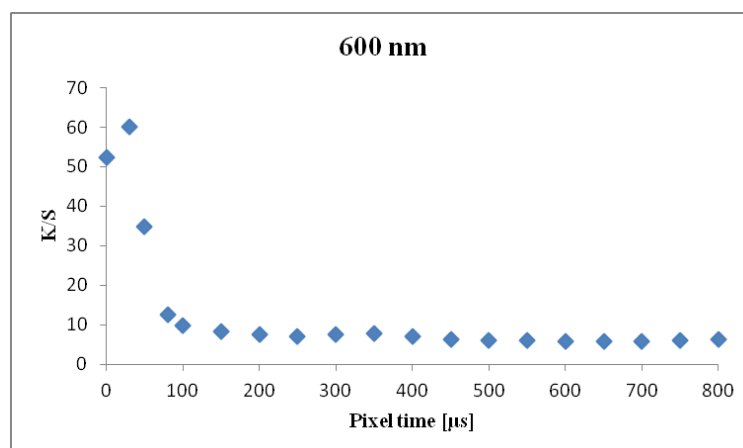


Obr. č. 8.: Textilie M1. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.

Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.



Graf č. 4.: Průběh změny barevnosti pro M1.



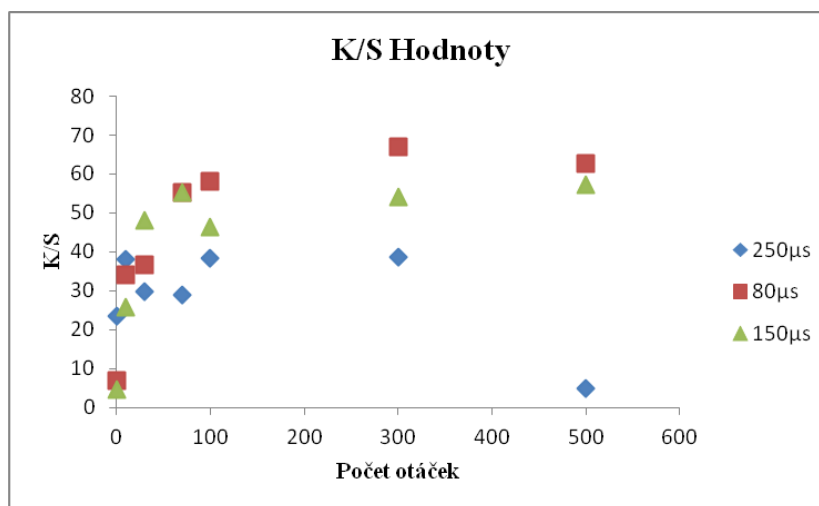
Graf č. 5.: Změna barevnosti v maxinu.

4.6.5 Barevnost, K/S hodnoty po oděru

Při odíracích testech textilie byla zjištěna malá odolnost vypálené části vůči oděru. Při odírání docházelo již po nízkém počtu otáček k návratu původní barevnosti vypálené plochy.

Tento jev nastal zejména při oděru textilie s obsahem bavlny. Vláknům bavlny se po působení laseru naruší a povrch textilie změní barvu. Po odírání vypálené plochy se narušená vlákna odstraní a textilie se navrátí zpět do původní barevnosti.

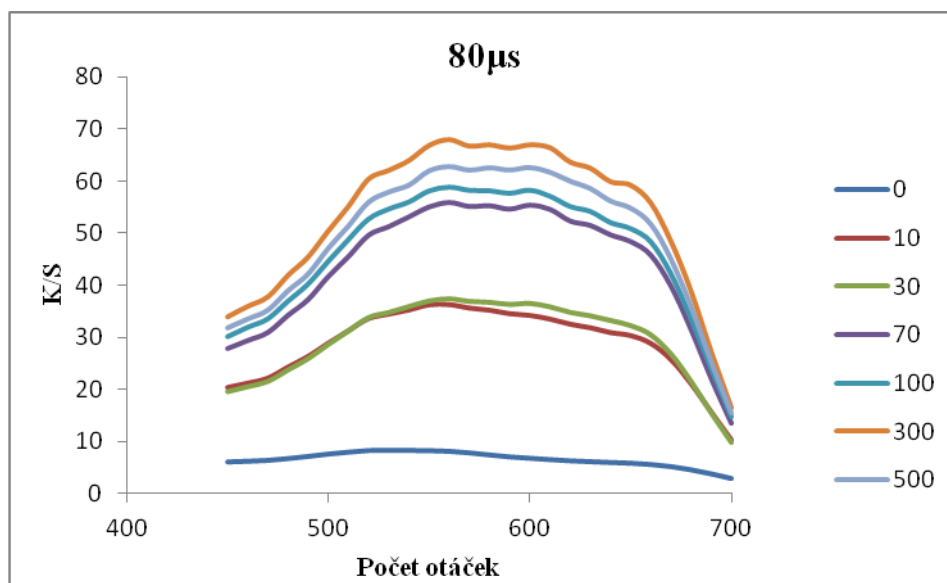
Z tohoto důvodu bylo zvoleno doplňující měření barevnosti této 100% bavlněné textilie po působení laseru, po několika otáčkách na odíracím přístroji Martindale.



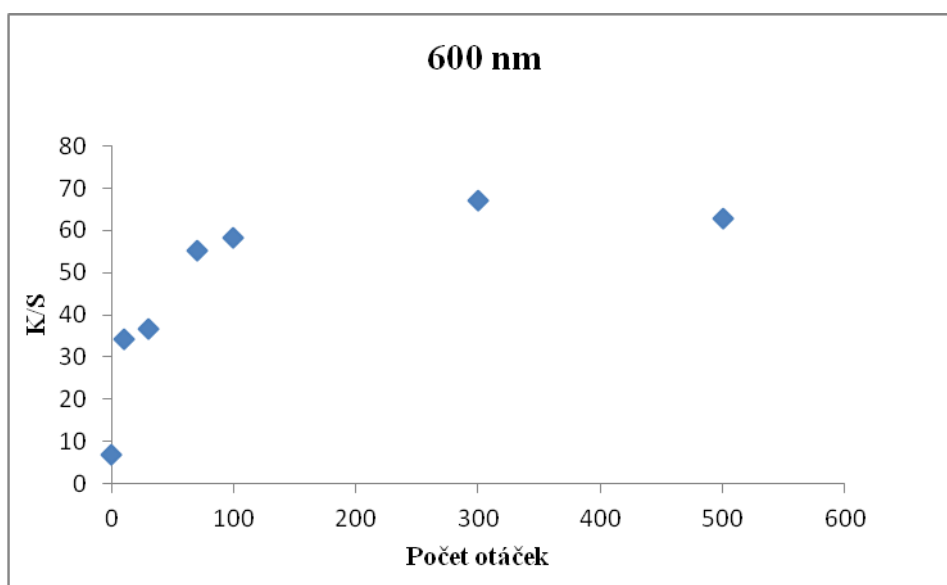
Graf č. 6.: Průběh změny barevnosti po oděru.



Obr. č. 9.: M1, pixel time 80 μ s po 0 ot., 10 ot., 30 ot., 70 ot., 100 ot., 300 ot., 500 ot.



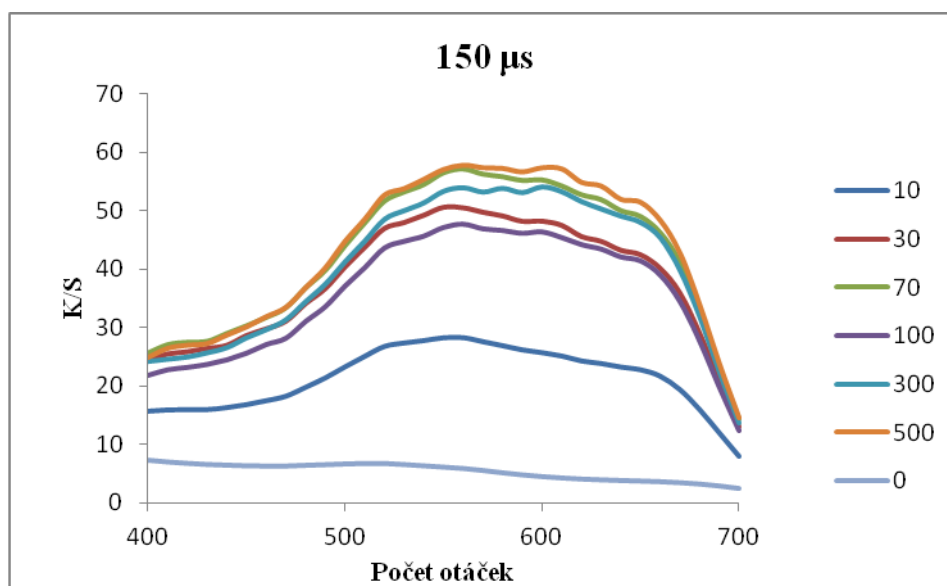
Graf č. 7.: Průběh změny barevnosti po oděru ve všech vlnových délkách, pixel time 80 μ s.



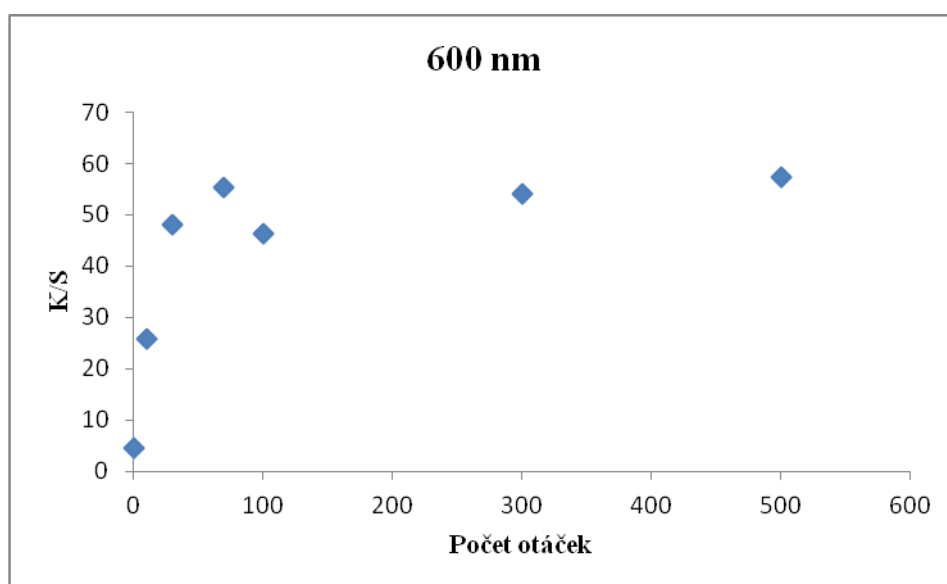
Graf č. 8.: Změna barevnosti po oděru v maxinu, pixel time 80 μ s.



Obr. č. 10.: M1, pixel time 150 μ s po 0 ot., 10 ot., 30 ot., 70 ot., 100 ot., 300 ot., 500 ot.



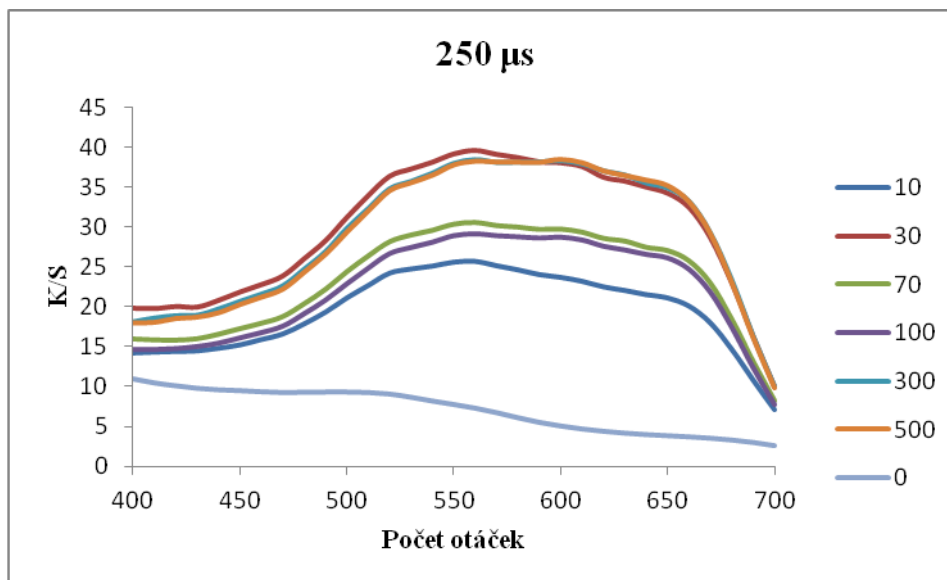
Graf č. 9.: Průběh změny barevnosti po oděru ve všech vlnových délkách, pixel time 150 μ s.



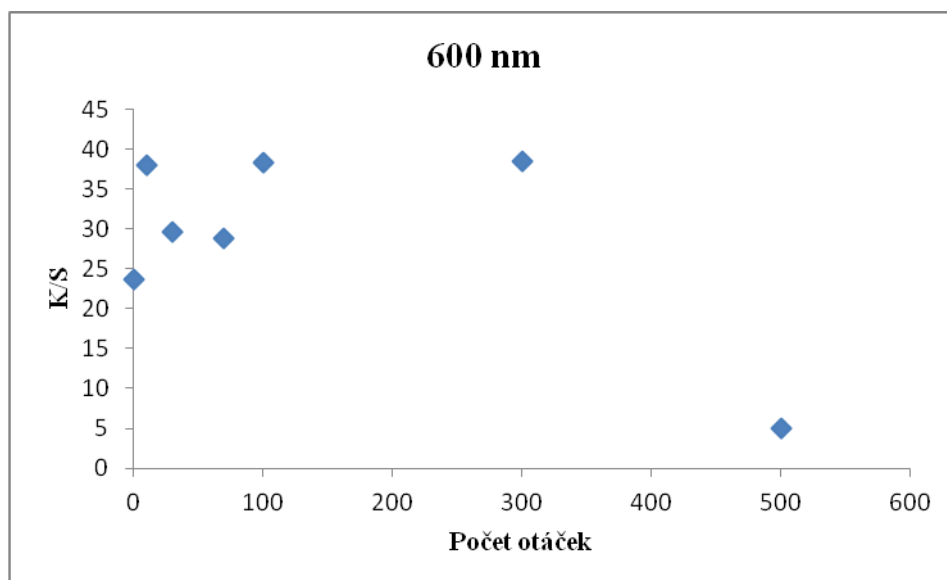
Graf č. 10.: Změna barevnosti po oděru v maxinu, pixel time 150 μ s.



Obr. č. 11.: M1, pixel time 250 μ s po 0 ot., 10 ot., 30 ot., 70 ot., 100 ot., 300 ot., 500 ot.

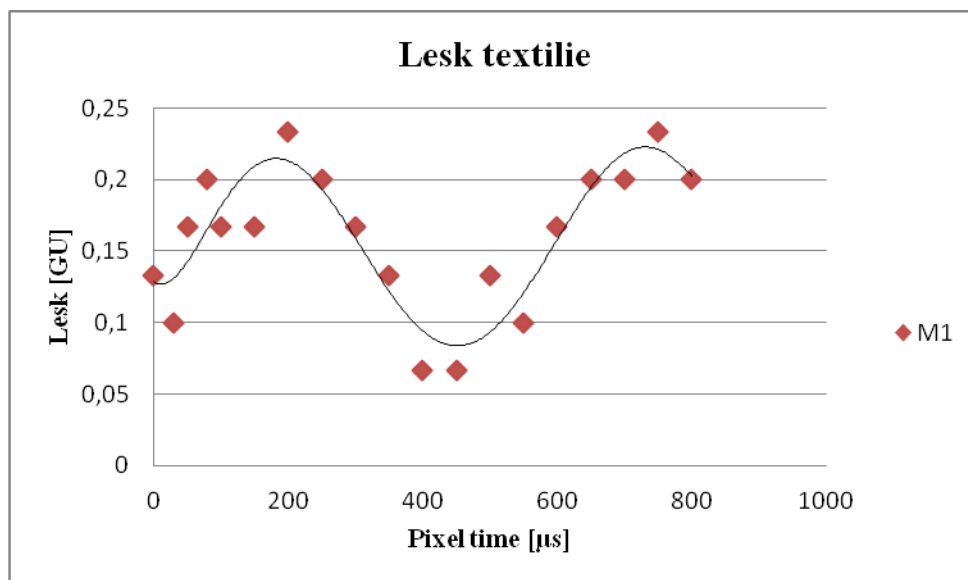


Graf č. 11.: Průběh změny barevnosti po oděru ve všech vlnových délkách, pixel time 250 μ s.



Graf č. 12.: Změna barevnosti po oděru v maxinu, pixel time 250 μ s.

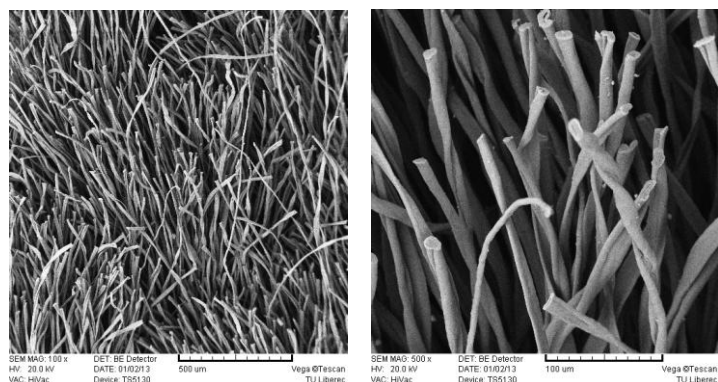
4.6.6 Lesk



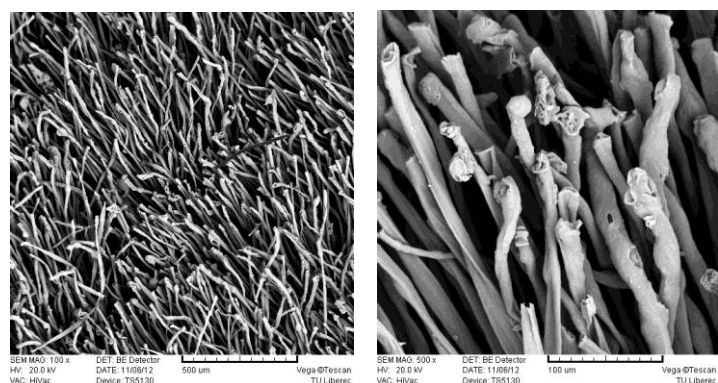
Graf č. 13.: Graf znázorňující změny lesku po působení laseru textilie M1.

4.6.7 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M1

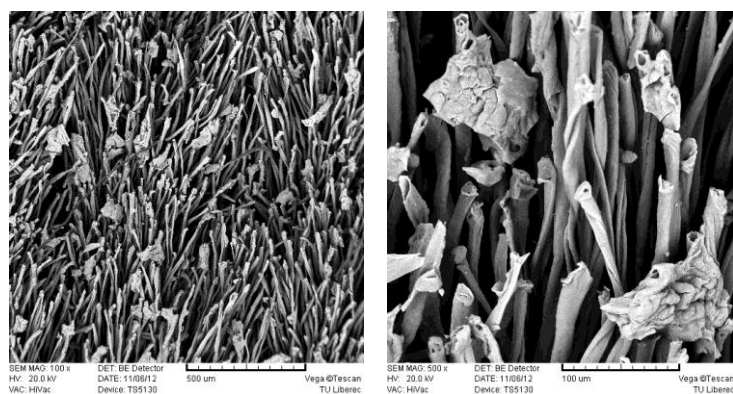
Na snímcích z SEM je viditelné, že na povrchu vláken po ozáření laserem nastane výrazná změna.



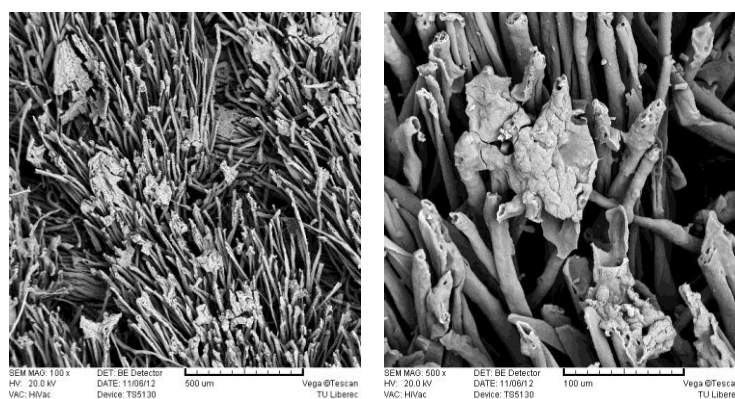
Obr. č. 11. a č. 12.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M1, pixel
time 0 μ s.



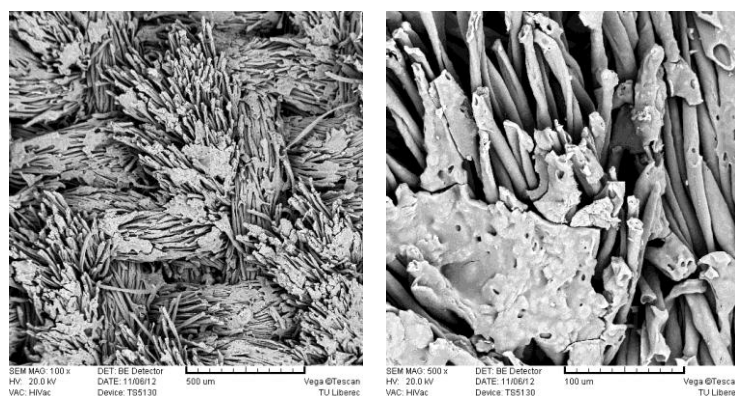
Obr. č. 13 a č. 14.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M1, pixel
time 80 μ s.



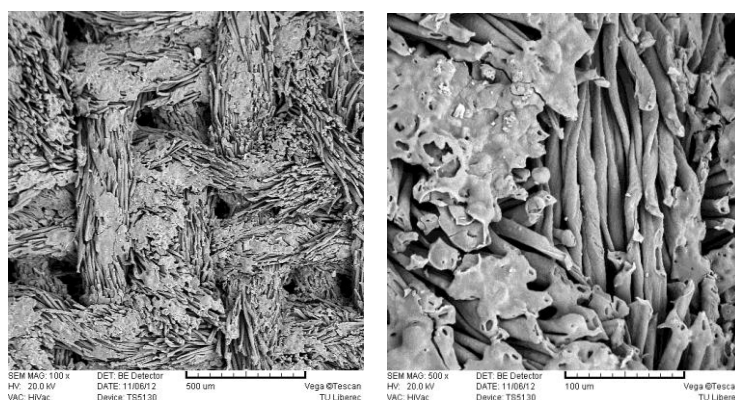
Obr. č. 15. a č. 16.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M1, pixel
time 150 μ s.



Obr. č. 17. a č. 18.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M1, pixel
time 250 µs.

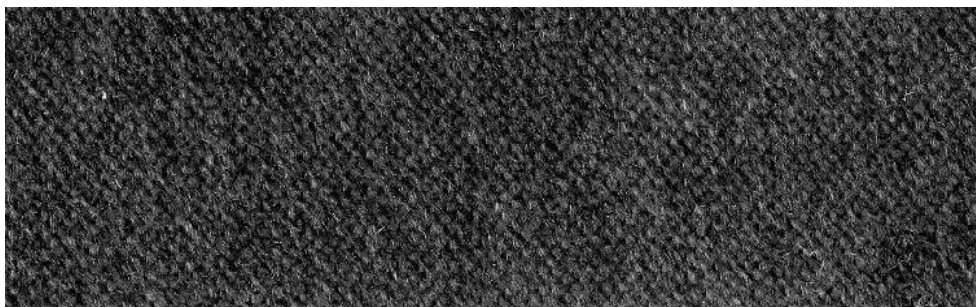


Obr. č. 19. a č. 20.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M1, pixel
time 500 µs.



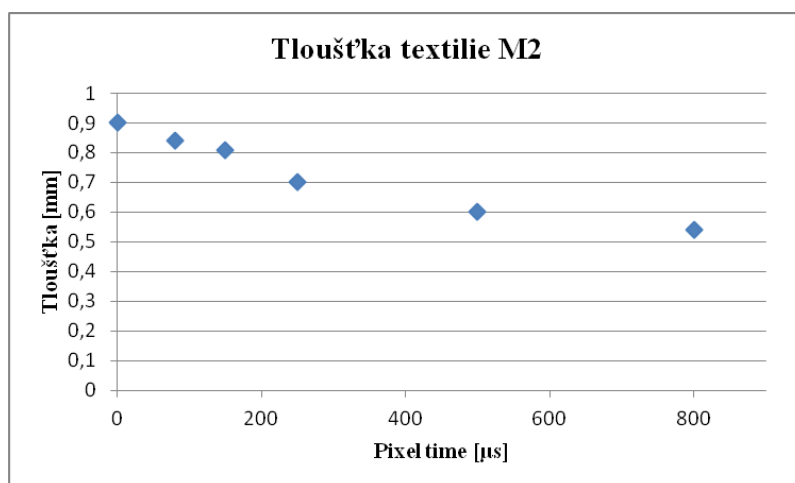
Obr. č. 21. a č. 22.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M1, pixel
time 800 µs.

4.7 Textilie M2



Obr. č. 23.: Textilie M2.

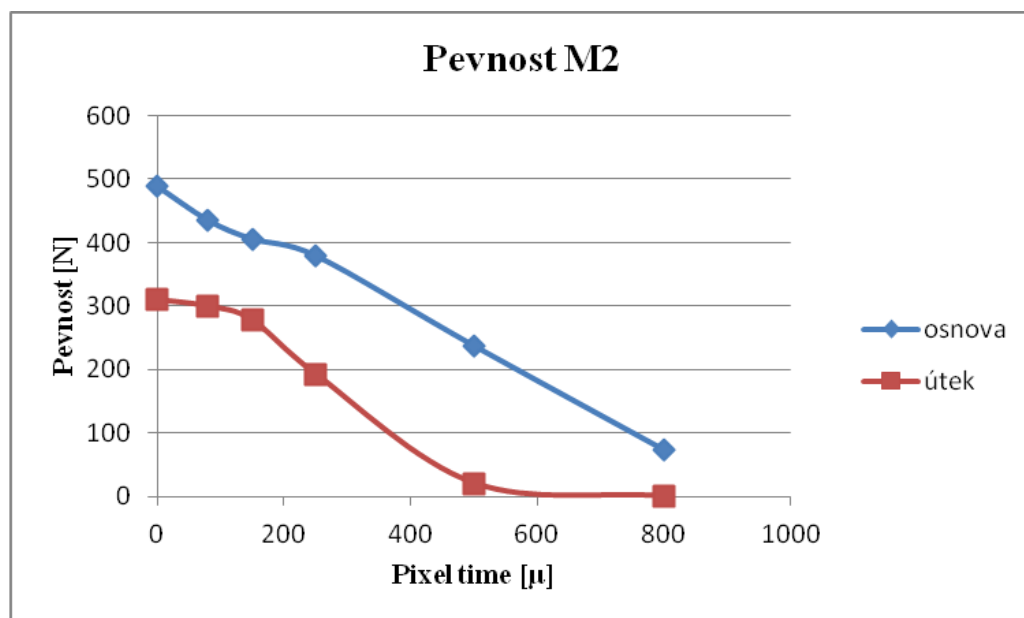
4.7.1 Tloušťka textilie M2



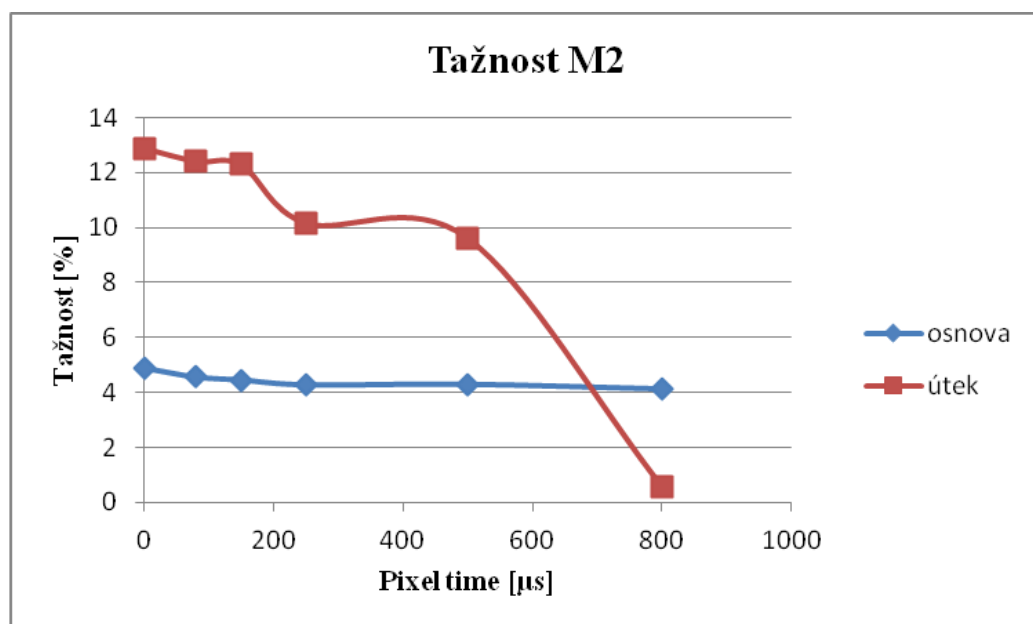
Graf.č.14.: Změny tloušťky textilie M2 po ozáření laserem.

4.7.2 Pevnost a tažnost textilu M2

Na grafech jsou vidět velké rozdíly mezi osnovou a útkem v hodnotách pevnosti i tažnosti.



Graf. č. 15: Pevnost textilu M2, osnova i útek.



Graf č. 16.: Tažnost textilu M2, osnova i útek.

4.7.3 Odolnost textílie M2 vůči oděru

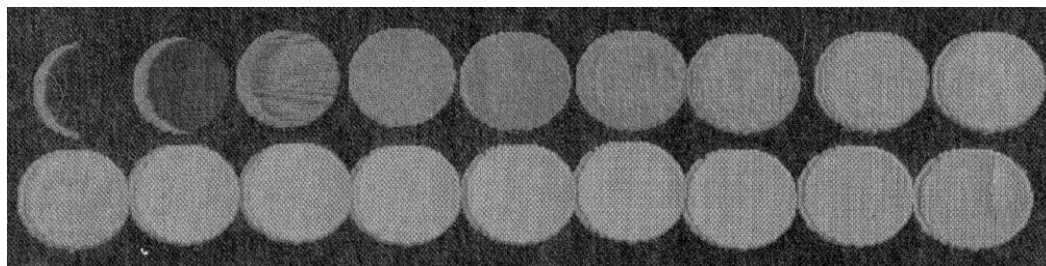
<i>Vzorek</i>	<i>500 ot.</i>	<i>1000 ot.</i>	<i>1500 ot.</i>	<i>2000 ot.</i>
M2a	Na vzorku znatelné první známky tvorby žmolků, rozvolnění vláken	Pokračuje rozvolňování vlasu u vzorku	Vzorek vykazuje tvorbu žmolků, uvolňování vlasu	U vzorku znatelný úbytek vlasu, ztráta lesku
M2d	Na povrchu vzorku viditelné žmolky, rozvolnění vlasu, odstranění poškozených vlasů po působení laseru – změna barvy	Pokračující změna vzorku, prosvítající základní textílie	U vzorku zvýšený počet žmolků, místy shluky žmolků, viditelná základní textílie	Vzorek vykazuje vysoký počet žmolků, rozvolnění vlasu
M2f	U vzorku je znatelná změny barvy způsobená odstraněním vlasu poškozených laserem	Na vzorku začíná rozvolnění vlasu, jemně prosvítající základní textílie, rozmělněný vlas	Prosvítající základní textílie u vzorku, tvorba žmolků	U vzorku znatelně prosvítá základní textílie, bez žmolků
M2h	Na vzorku barevná změna – odstranění vlasu poškozeného laserem	U vzorku je znatelně zkrácený vlas – odstranění poškozeného vlasu laserem, malé žmolky	Pokračující změna vzorku, žmolky	U vzorku zkrácený vlas, poškozený vlas, vidět základní textílie

Tab. č. 12.: Vyhodnocení odolnosti textílie M2 vůči oděru, 1. Část.

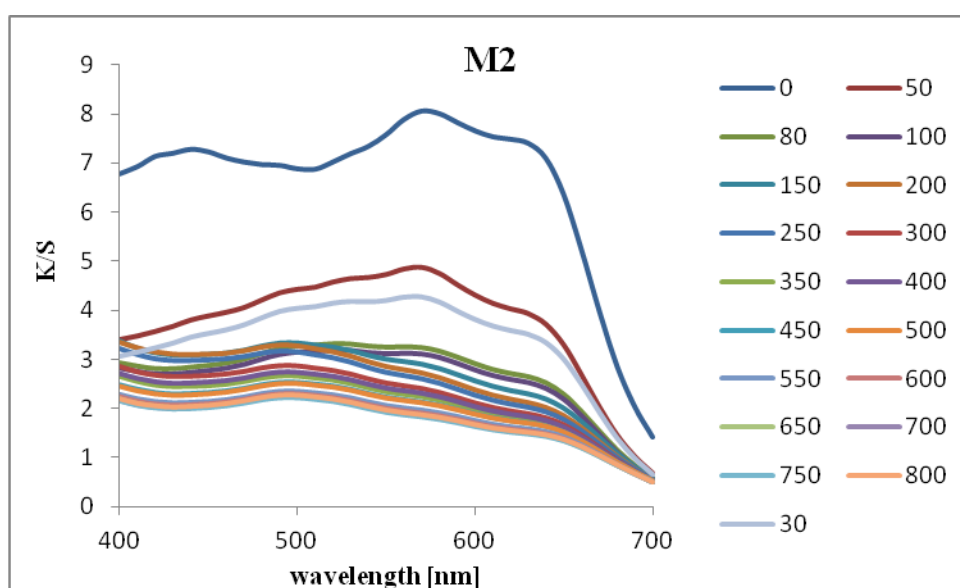
<i>Vzorek</i>	<i>3000 ot.</i>	<i>4000 ot.</i>	<i>5000 ot.</i>	<i>7000 ot.</i>	<i>9000 ot.</i>
M2a	X	X	Ztráta vlasu, narušení vzhledu, místa bez vlasu, ukončení zkoušky	X	X
M2d	Na vzorku viditelné známky poškození vlasu, prosvítající základní textilie, konec zkoušky	X	X	X	X
M2f	Na vzorku viditelné známky poškození vlasu, místa bez vlasu, konec zkoušky	X	X	X	X
M2h	Změna vzhledu vzorku, odstranění vlasu, konec zkoušky	X	X	X	X

Tab. č. 13.: Vyhodnocení odolnosti textlie M2 vůči oděru, 2. Část.

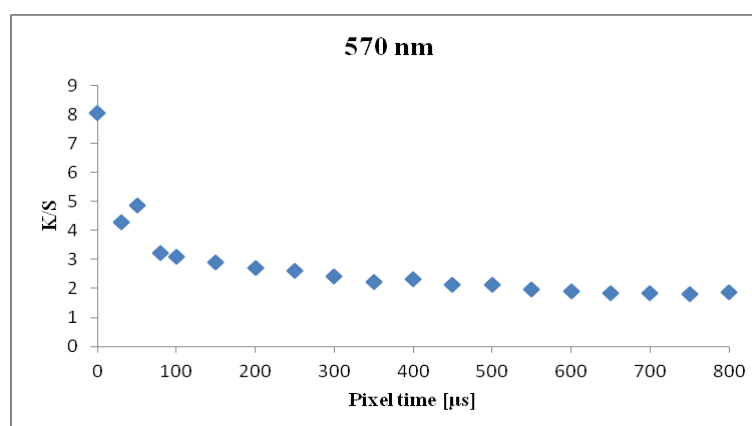
4.7.4 Barevnost, K/S hodnoty textilie M2



Obr. č. 24.: Textilie M2. Kolečka o různých intenzitách pro měření lesku a barevnosti.
Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

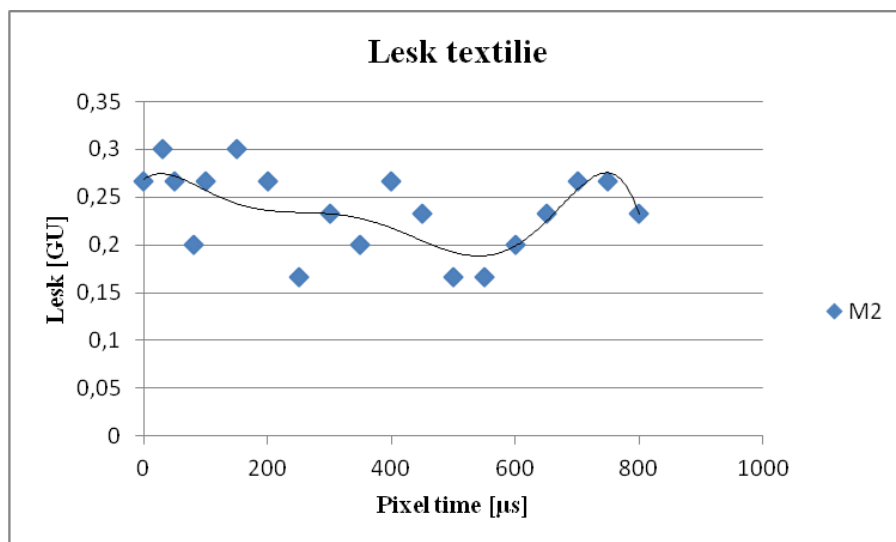


Graf č. 17.: Průběh změny barevnosti po vypálení laserem u textilie M2.



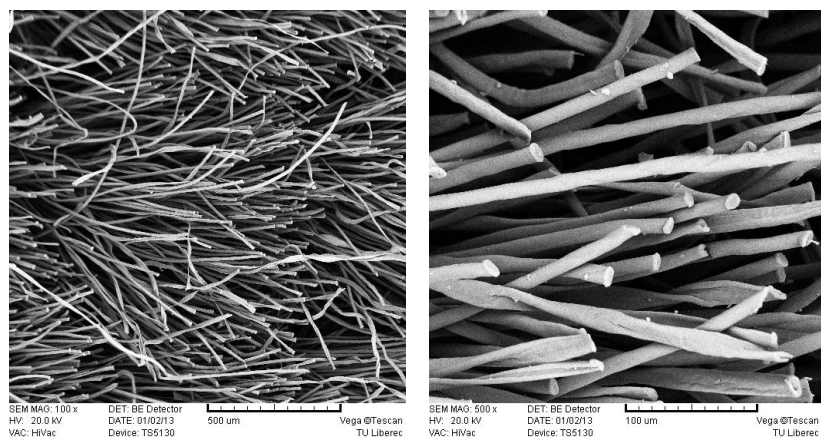
Graf č. 18.: Barevnost textilie M2 v maximu.

4.7.5 Lesk Textilie M2

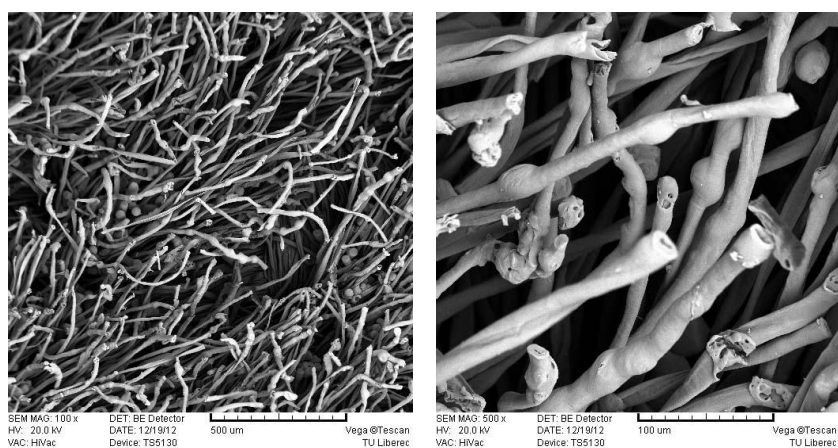


Graf č. 19.: Graf znázorňující změny lesku po působení laseru textilie M2.

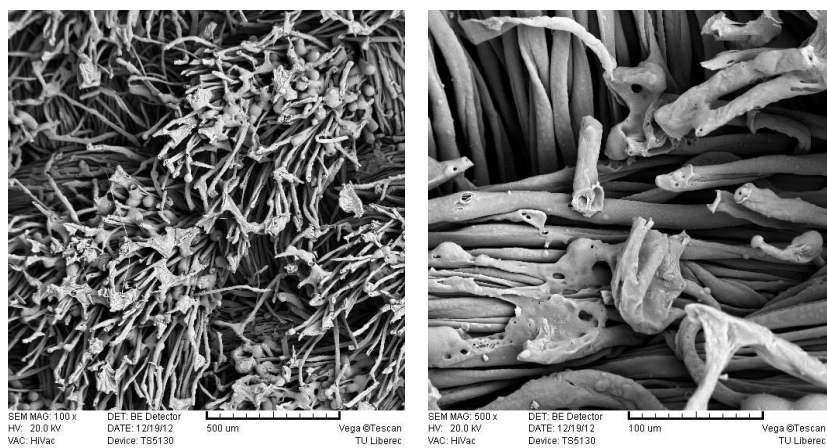
4.7.6 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M2



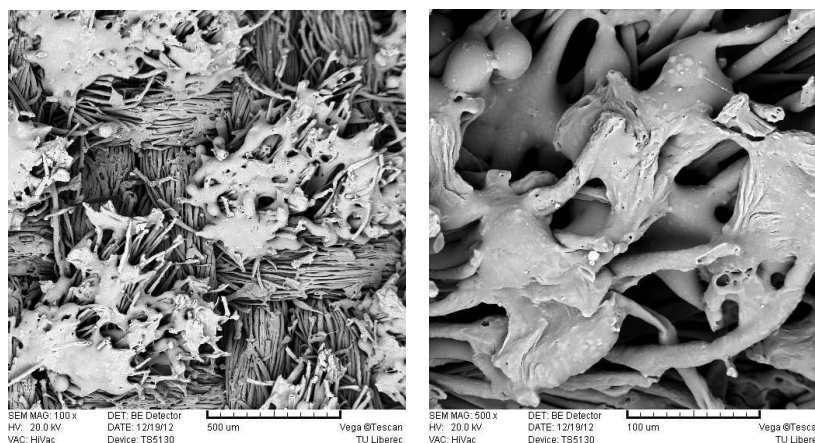
Obr. č. 25. a č. 26.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M2, pixel
time 0 μ s.



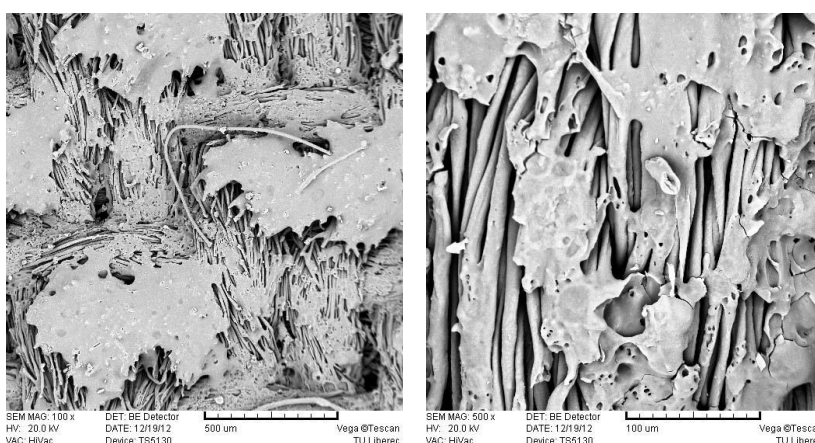
Obr. č. 27. a č. 28.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M2, pixel
time 80 μ s.



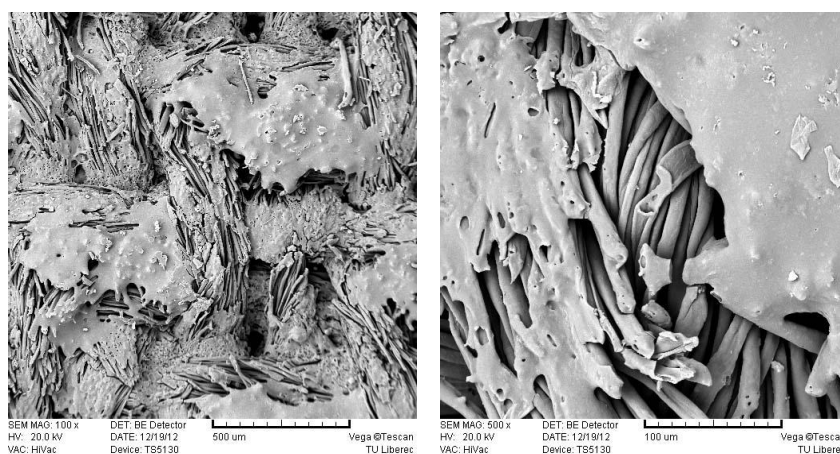
Obr. č. 29. a č. 30.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M2, pixel
time 150 μ s.



Obr. č. 31. a č. 32.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M2, pixel
time 250 µs.

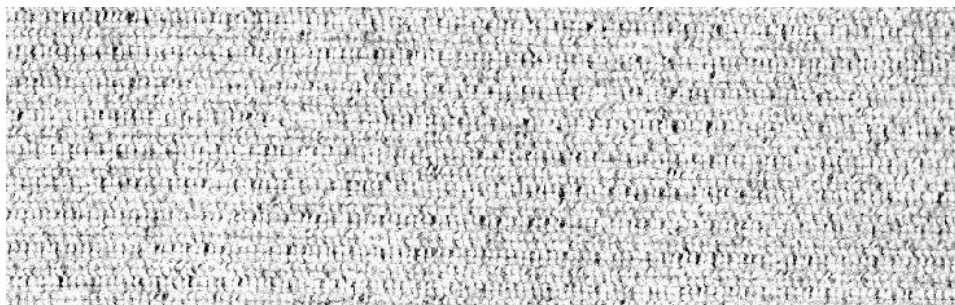


Obr. č. 33. a č. 34.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M2, pixel
time 500 µs.



Obr. č. 35. a č. 36.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M2, pixel
time 800 µs.

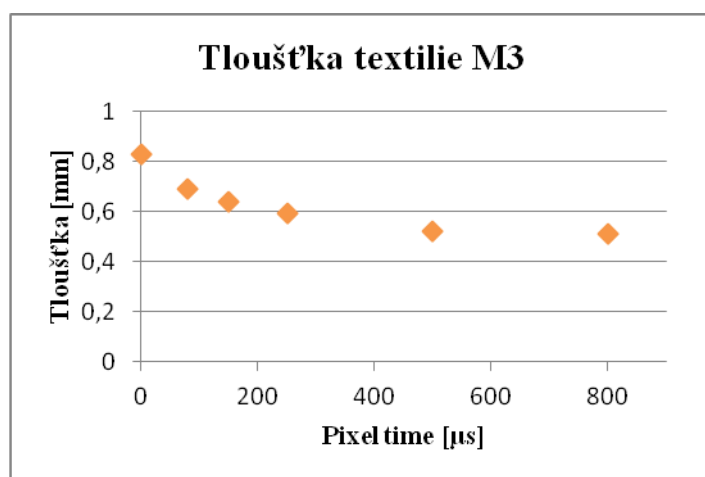
4.8 Textilie M3



Obr. č. 37.: Textilie M3.

4.8.1 Tloušťka textilie M3

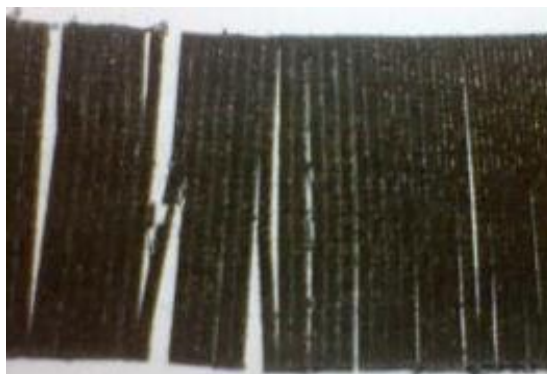
Následující graf znázorňuje změny tloušťky textilie M3 po vypálení různými intenzitami laseru. Hodnoty tloušťky se měnili, podle intenzity laserového záření.



Graf č. 20.: Změna tloušťky textilie M3 po působení laseru.

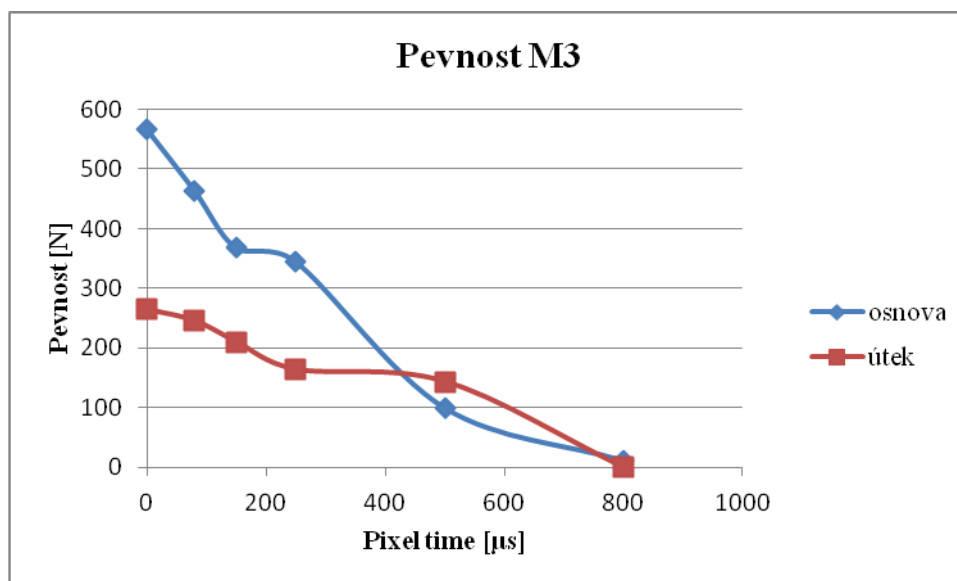
4.8.2 Pevnost a tažnost M3

Vzorek M3f po útku byl již před začátkem zkoušky vyloučen z testů. U tohoto vzorku nebylo možno měřit jeho pevnost a tažnost z důvodů samovolného rozpadu vzorku následkem působení vysoké intenzity laseru, jak je vidět na obrázku č. X. Pro vyhodnocení byla pro vzorek stanovena hodnota pevnosti i tažnosti nulová.

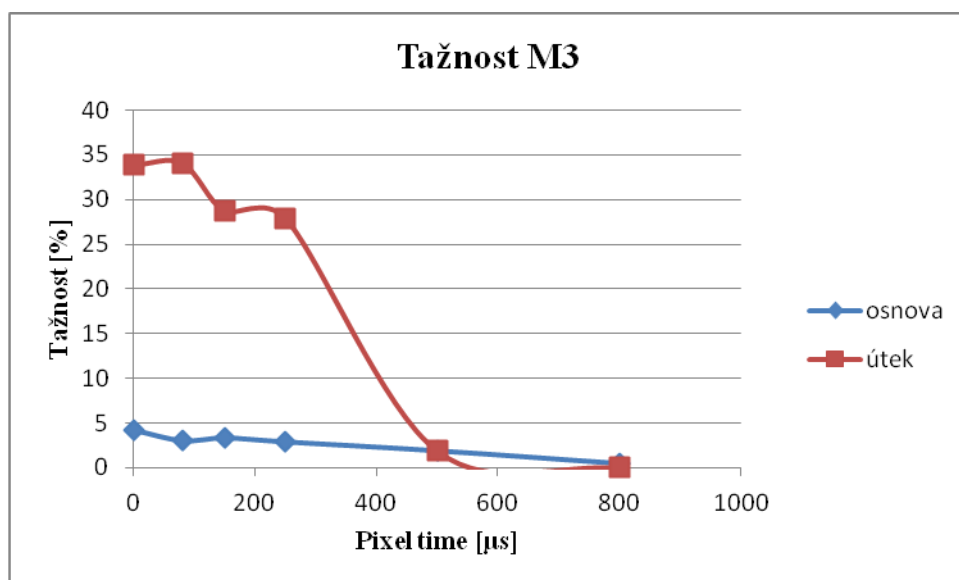


Obr. č. 38.: Rozpadající se vzorek M3f po útku.

Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti u M3 prudce klesají v závislosti na síle laserového záření. Zejména pak u hodnot tažnosti v útku od intenzity 250 μs .



Graf č. 21.: Pevnost textilie M3 po působení laseru, osnova i útek.



Graf č. 22.: Tažnost textilie M3 po působení laseru, osnova i útek.

4.8.3 Odolnost textilie M3 vůči oděru

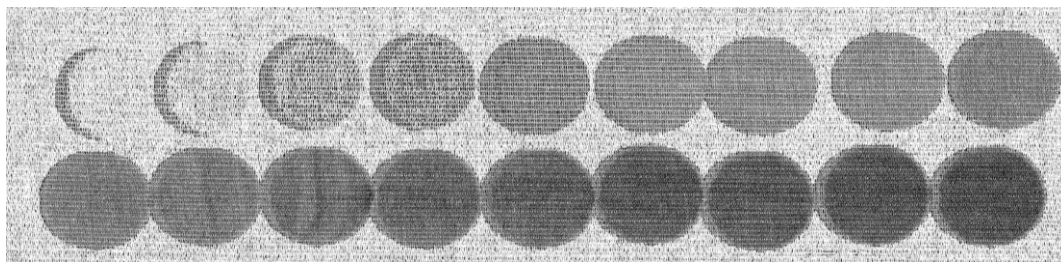
<i>Vzorek</i>	<i>500 ot.</i>	<i>1000 ot.</i>	<i>1500 ot.</i>	<i>2000 ot.</i>
M3a	Na vzorku znatelné první známky tvorby žmolků, prosvítající základní černá textilie	Pokračující odírání proužku a změna vzorku	U vzorku více prosvítá základní textilie, odírání proužku	Na vzorku výrazně vystupuje základní textilie, odírání proužku
M3d	Na vzorku viditelné drobné žmolky	Pokračující změna vzorku, žmolky, prosvítající základní textilie	Vzorek vykazuje zvýšenou tvorbu žmolků	U vzorku viditelné shluky žmolků, prosvítající základní textilie
M3f	Na vzorku znatelné drobné žmolky	Pokračující změna vzorku, tvorba žmolků	Pokračující změna vzorku, tvorba žmolků, prosvítá základní textilie	U vzorku velké žmolky vzniklé odstraněním ztavených částí, prosvítající základní textilie
M3h	Na vzorku odíraná ztavená část, prosvítá základní textilie	U vzorku prosvítá základ, tvorba žmolků	Pokračující změna vzorku, žmolky, prosvítá základní textilie	Vzorek vykazuje znatelně prosvítající základní textili

Tab. č. 14.: Vyhodnocení odolnosti textilie M3 vůči oděru, 1. Část.

<i>Vzorek</i>	<i>3000 ot.</i>	<i>4000 ot.</i>	<i>5000 ot.</i>	<i>7000 ot.</i>	<i>9000 ot.</i>
M3a	X	X	Pokračující změna vzorku, vysoký počet žmolků, prosvítající základní textilie	Žmolky, prosvítající základní textilie, místy ztráta vlasu na pruhu manšestru, konec zkoušky	X
M3d	Změna vzhledu, narušení vlasu, konec zkoušky	X	X	X	X
M3f	Místy odstraněný vlas, konec zkoušky	X	X	X	X
M3h	Změna vzhledu vzorku, místy odstranění zatavené části vlasů, konec zkoušky	X	X	X	X

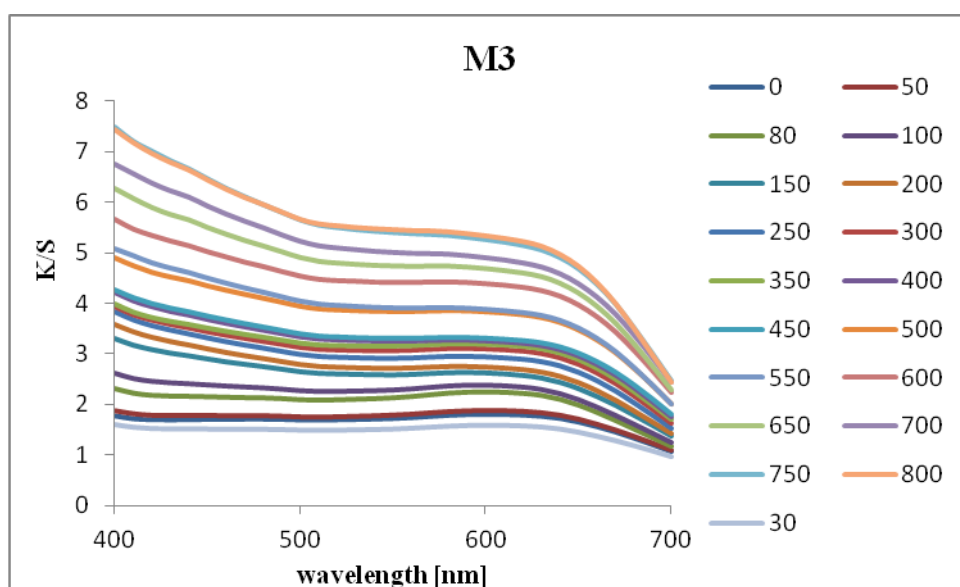
Tab. č. 15.: Vyhodnocení odolnosti textilie M3 vůči oděru, 2. Část.

4.8.4 Barevnost, K/S hodnoty M3

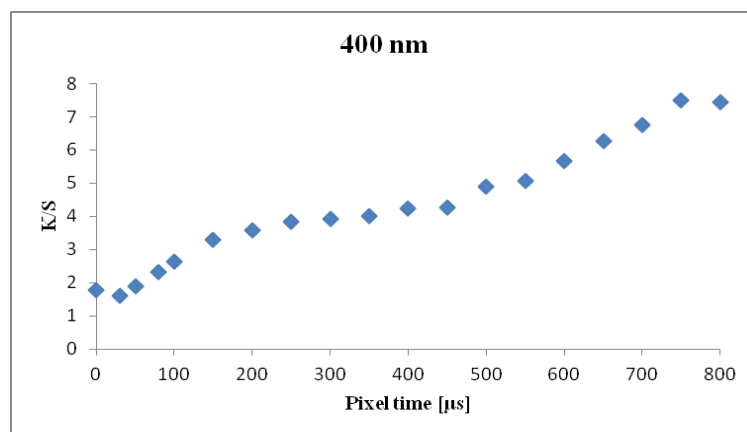


Obr. č. 39.: Textilie M3. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.

Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

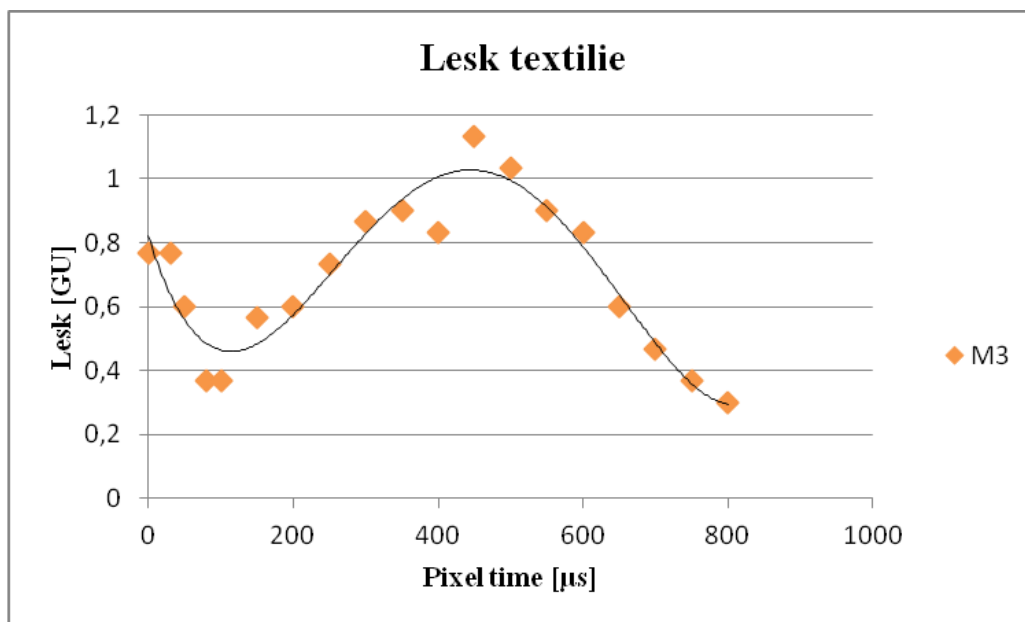


Graf č. 22.: Znáznornění průběhu změny barevnosti textilie M3 po ozáření laseru.



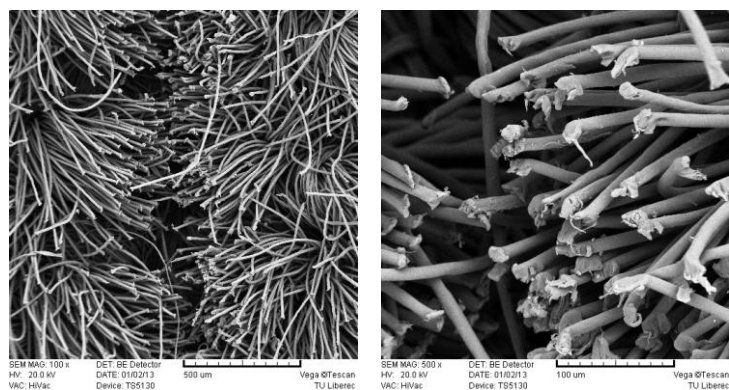
Graf č. 23.: Barevnost textilie M3 v maximu.

4.8.5 Lesk textilie M3

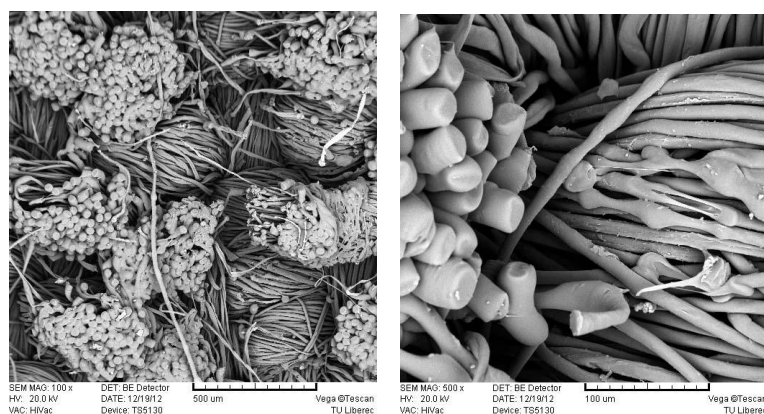


Graf č. 24.: Graf znázorňující změny lesku po působení laseru textilie M3.

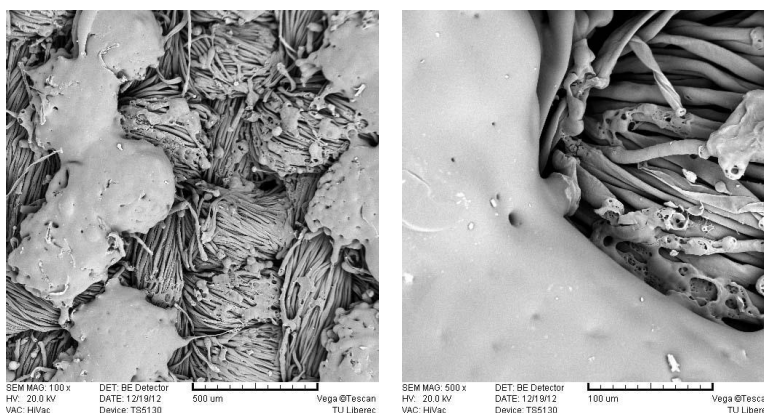
4.8.6 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M3



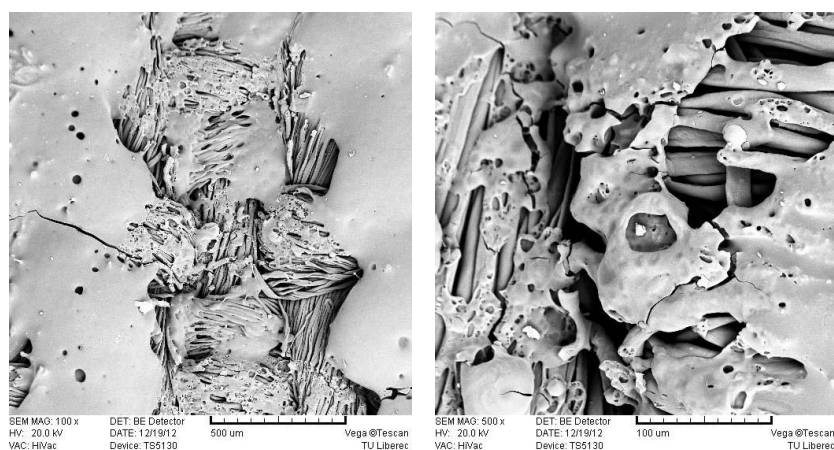
Obr. č. 39. a č. 40.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M3, pixel
time 0 μ s.



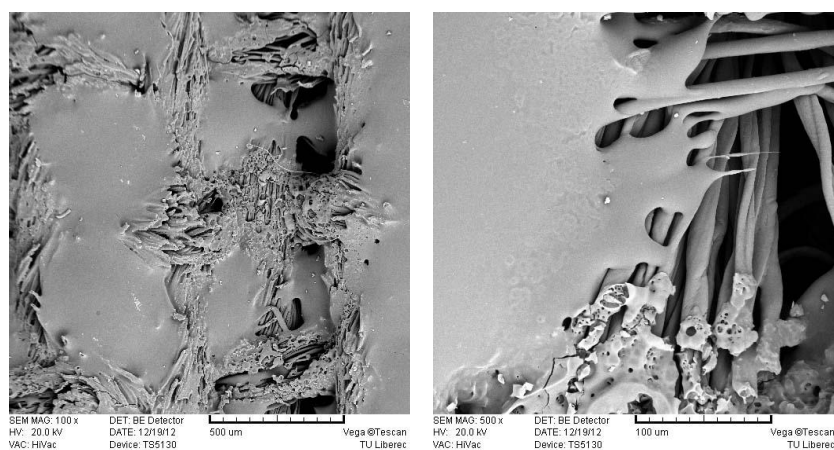
Obr. č. 41. a č. 42.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M3, pixel
time 80 μ s.



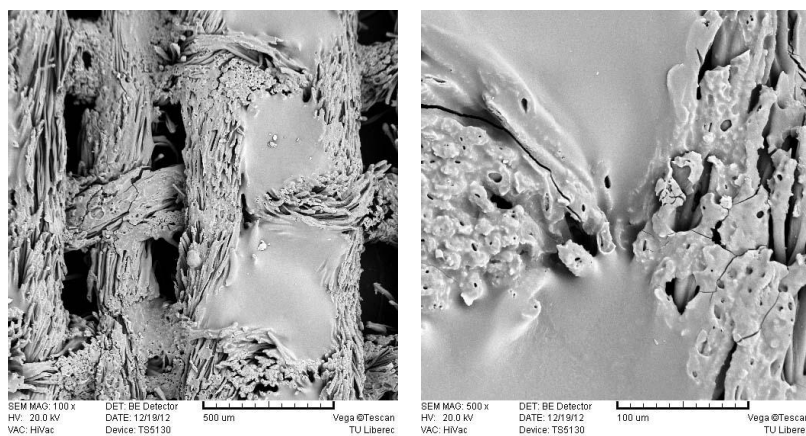
Obr. č. 43. a č. 44.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M3, pixel
time 150 μ s.



Obr. č. 45. a č. 46.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M3, pixel
time 250 μs.

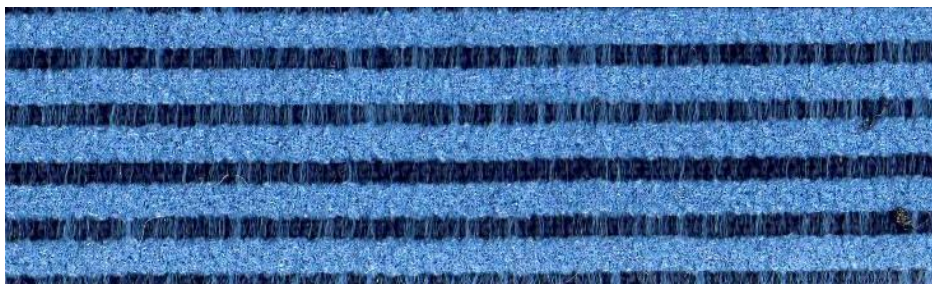


Obr. č. 47. a č. 48.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M3, pixel
time 500 μs.



Obr. č. 49. a č. 50.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M3, pixel
time 800 μs.

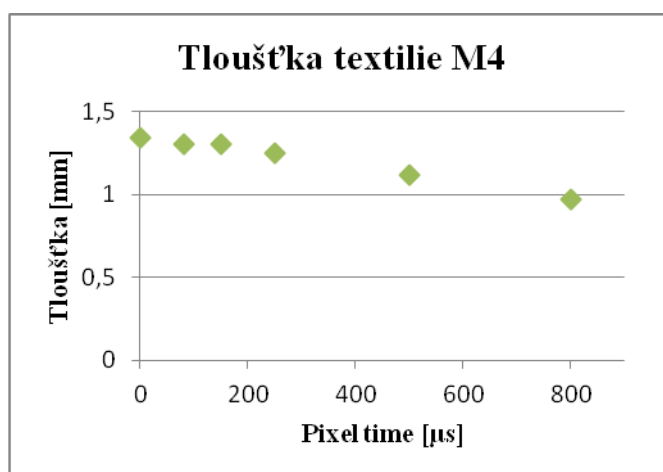
4.9 Textilie M4



Obr. č. 51.: Textilie M4.

4.9.1 Tloušťka textilie M4

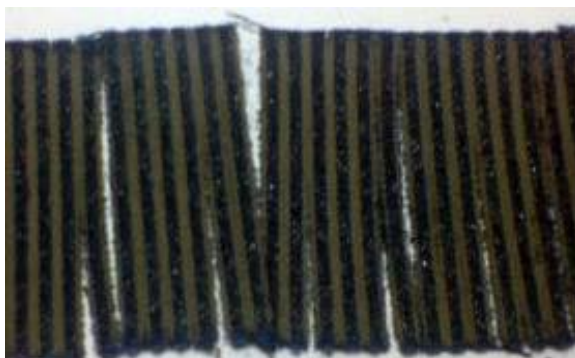
Tato textilie měla nejvyšší hodnoty tloušťky před vypálením laserem. Tyto hodnoty byly vyšší zejména, kvůli vysokému polyesterovému pruhu manšestru.



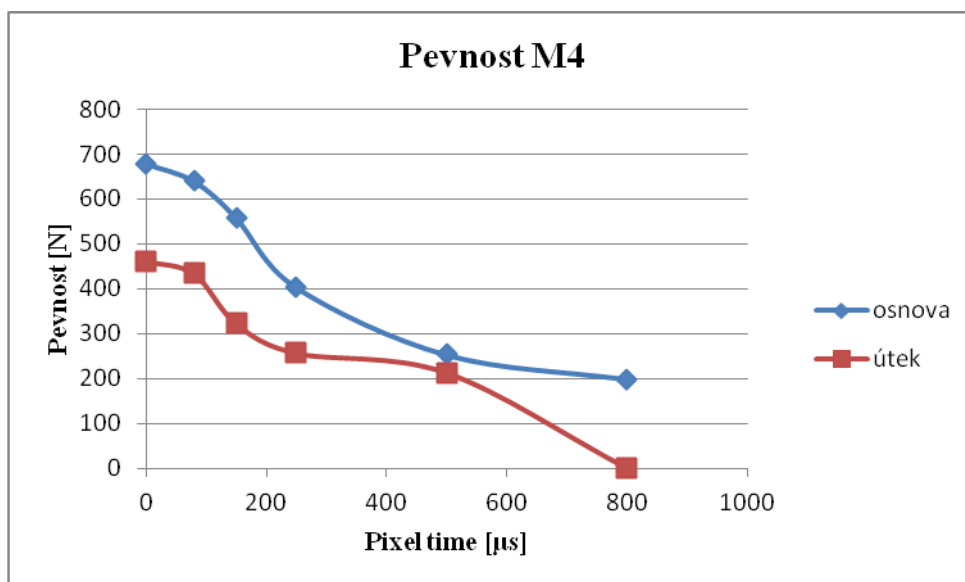
Graf č. 25.: Znázornění změny tloušťky textilie M4 po působení laseru.

4.9.2 Pevnost a tažnost M4

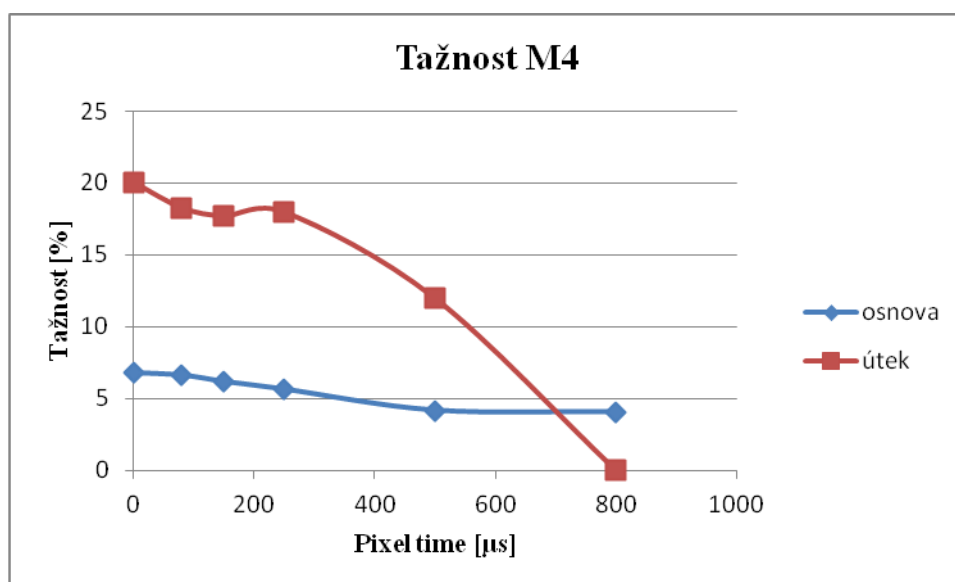
Vzorek M4f po útku byl již před začátkem zkoušky vyloučen z testů. U tohoto vzorku nebylo možno měřit jeho pevnost a tažnost z důvodů samovolného rozpadu vzorku následkem působení vysoké intenzity laseru, jak je vidět na obrázku č. X. Pro vyhodnocení byla pro vzorek stanovena hodnota pevnosti i tažnosti nulová.



Obr. č. 52.: Rozpadající se vzorek M4f po útku.



Graf č. 26.: Pevnost textilie M4 po působení laseru, osnova i útek.



Graf č. 27.: Tažnost textilie M4 po působení laseru, osnova i útek.

4.9.3 Odolnost textilie M4 vůči oděru

<i>Vzorek</i>	<i>500 ot.</i>	<i>1000 ot.</i>	<i>1500 ot.</i>	<i>2000 ot.</i>
M4a	Pozorovatelná lehká změna na povrchu polyesterových pruhů manšestru	Žmolky v místě Polyester. pruhů manšestru	Na vzorku pokračuje změna povrchu, větší počet žmolků	Pokračující změna povrchu vzorku, žmolků
M4d	Zvýšený počet žmolků na pruhu manšestru, v bavlněné části změna barvy – odstranění poškozené části laserem	Pokračující změna vzorku, vyšší počet žmolků	Na vzorku viditelné velké žmolky u pruhu manšestru	U vzorku shluky žmolků u pruhu manšestru, místy narušení vlasu
M4f	Žmolky v polyesterové části pruhu, u bavlněné části změna barevnosti po odstranění vlasu poškozeného laserem	U vzorku vzrůstá počet žmolků v polyesterové části	Vzorek obsahuje narůstající počet žmolků v polyesterové části	Pokračující změna vzorku, místy narušení vlasu manšestru, žmolky
M4h	Na vzorku viditelné žmolky na pruhu u manšestru, změna barevnosti – bavlněné části	U bavlněné části prosvítající spodní nit, u polyesterové části tvorba žmolků	Pokračující změna vzorku, žmolky	Vyšší počet žmolků u polyesterové části pruhu, jemná změna barevnosti

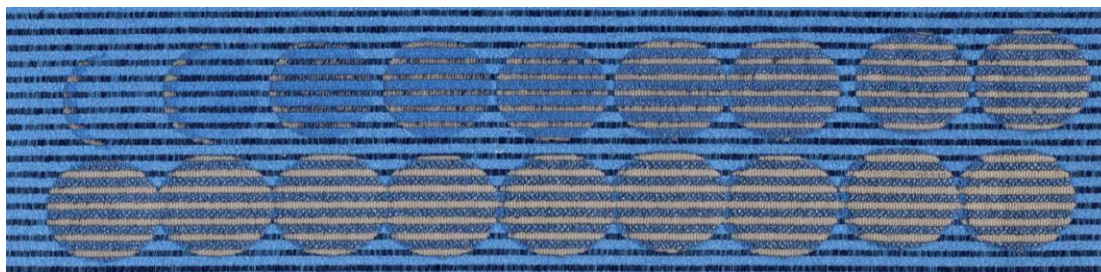
Tab. č. 16.: Vyhodnocení odolnosti textilie M4 vůči oděru, 1. Část.

<i>Vzorek</i>	<i>3000 ot.</i>	<i>4000 ot.</i>	<i>5000 ot.</i>	<i>7000 ot.</i>	<i>9000 ot.</i>
M4a	X	X	Pokračující změna, více žmolků, jemná změna barvy, poškození pruhu manšestru	Vysoký počet žmolků, místy ztráta vlasu u pruhů manšestru, konec zkoušky	X
M4d	Viditelné velké žmolky, odstranění vlasu, konec zkoušky	X	X	X	X
M4f	Změna vzhledu, poškozený vlas u pruhu manšestru, konec zkoušky	X	X	X	X
M4h	Změna vzhledu, místy odstraněný vlas u pruhu manšestru, konec zkoušky	X	X	X	X

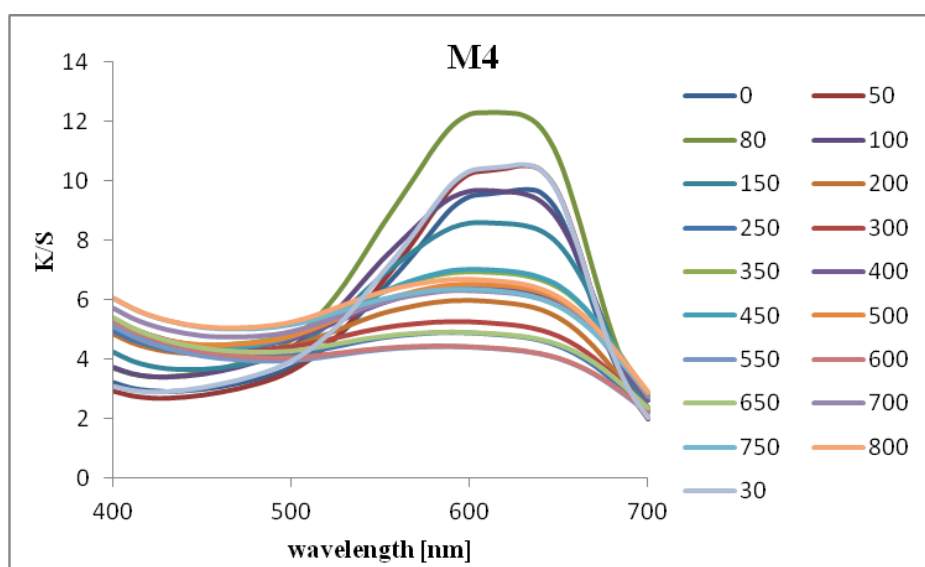
Tab. č. 17: Vyhodnocení odolnosti textílie M4 vůči oděru, 2. Část.

4.9.4 Barevnost, K/S hodnoty M4

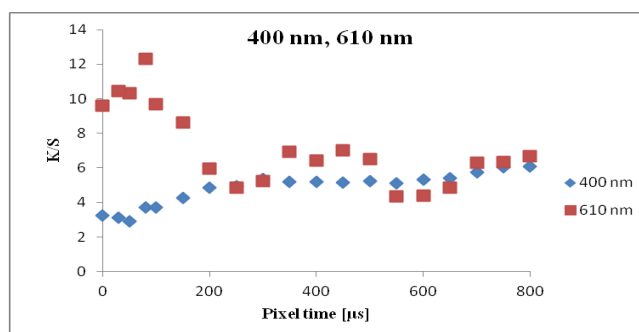
U tohoto vzorku textilie je zajímavá změna barevnosti po působení laseru. Tmavě modrá bavlněná část textilie po vypálení výrazně zesvětlala.



Obr. č. 53.: Textilie M4. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.
Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

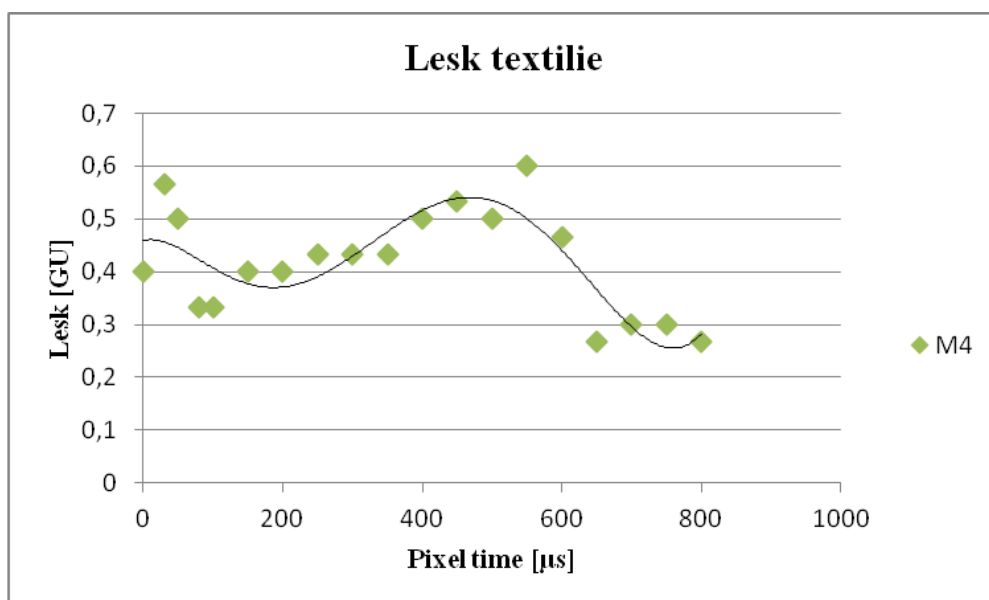


Graf č. 28.: Znázornění průběhu změny barevnosti u textilie M4 po působení laseru.



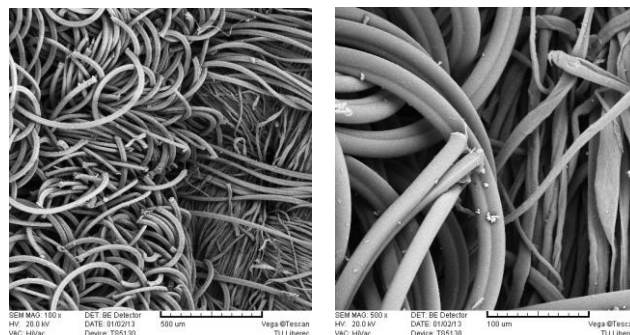
Graf č. 29.: Hodnoty změny barevnosti M4, maximum 610nm, počátek 400nm.

4.9.5 Lesk textlie M4

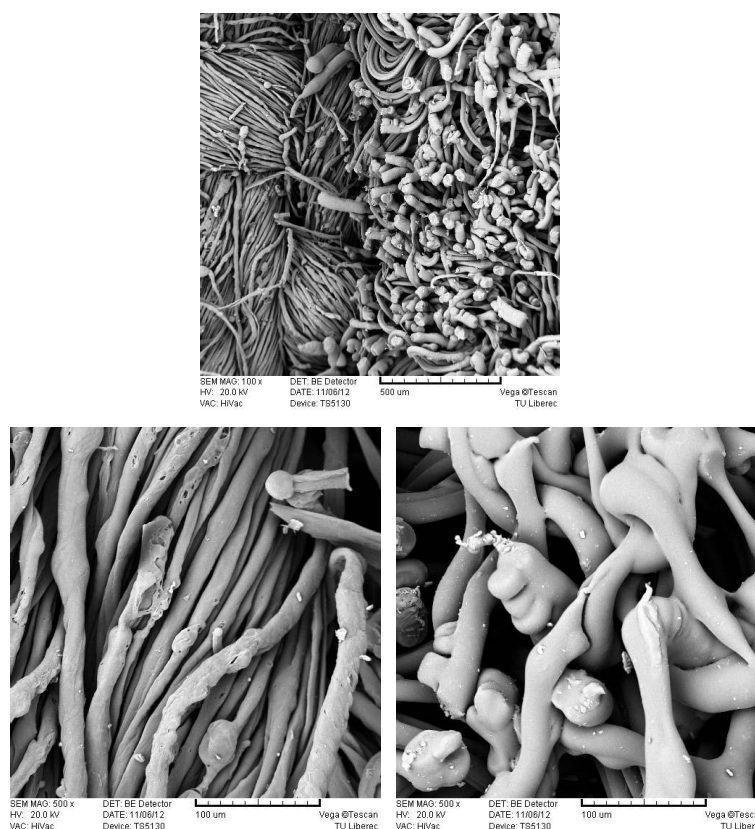


Graf č. 30.: Graf znázorňující změny lesku po působení laseru textlie M4.

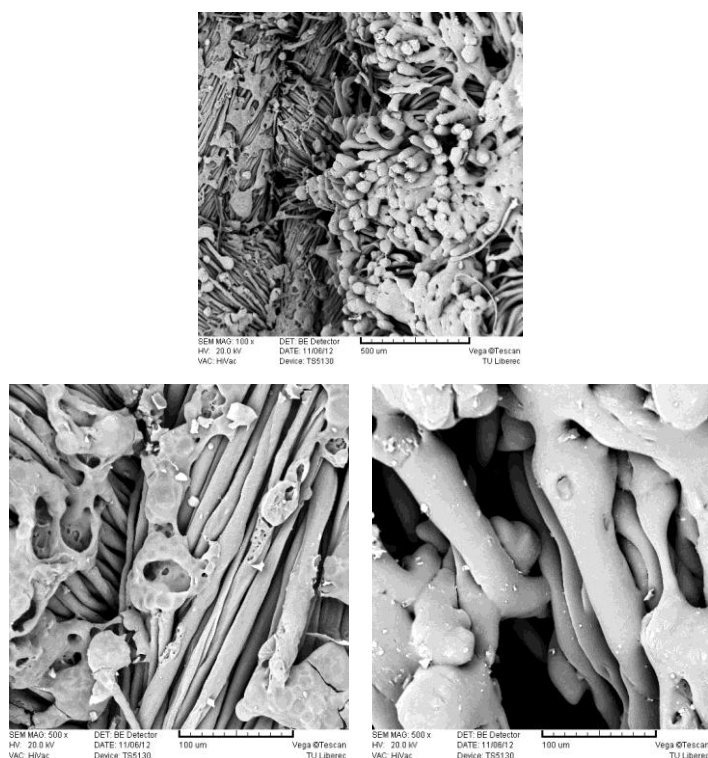
4.9.6 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M4



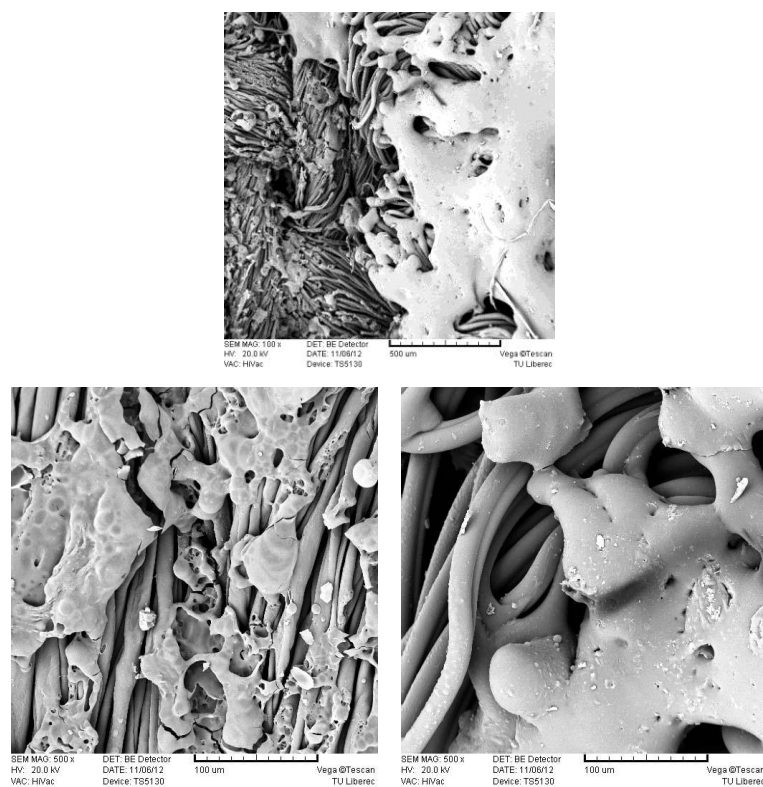
Obr. č. 54. a č. 55.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M4, pixel time 0 μ s.



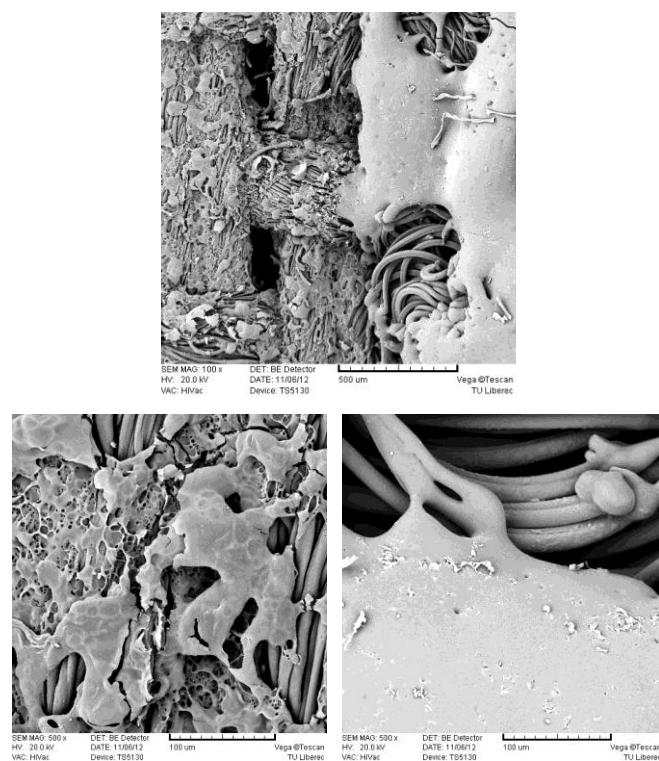
Obr. č. 56., č. 57. a č. 58.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M4, pixel time 80 μ s.



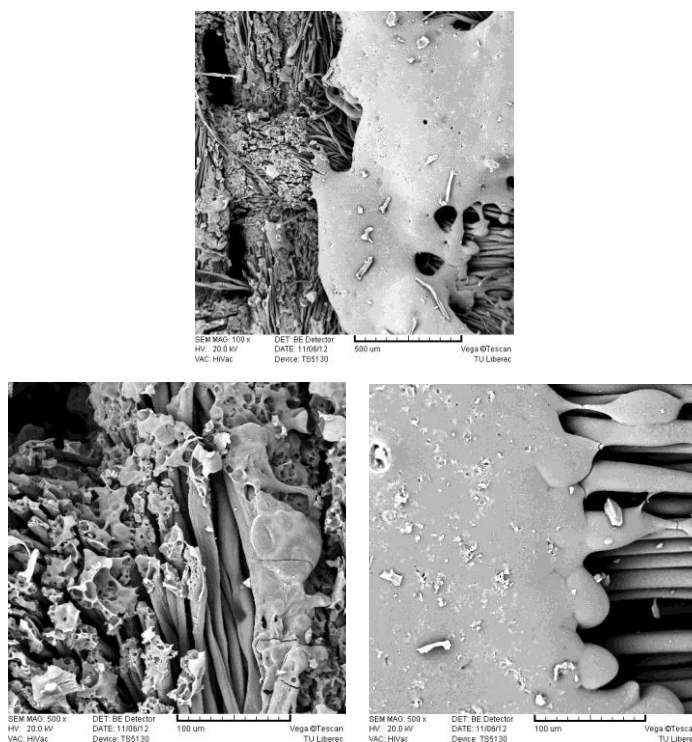
Obr. č. 59., č. 60. a č. 61.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie
M4, pixel time 150 μs.



Obr. č. 62., č. 63. a č. 64.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie
M4, pixel time 250 μs.

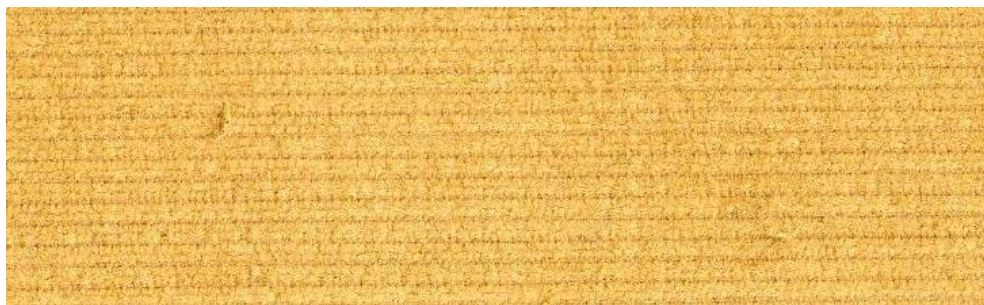


Obr.č. 65., č. 66. a č. 67.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie
M4, pixel time 500 μ s.



Obr.č. 68., č. 69. a č. 70.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie
M4, pixel time 800 μ s.

4.10 Textilie M5

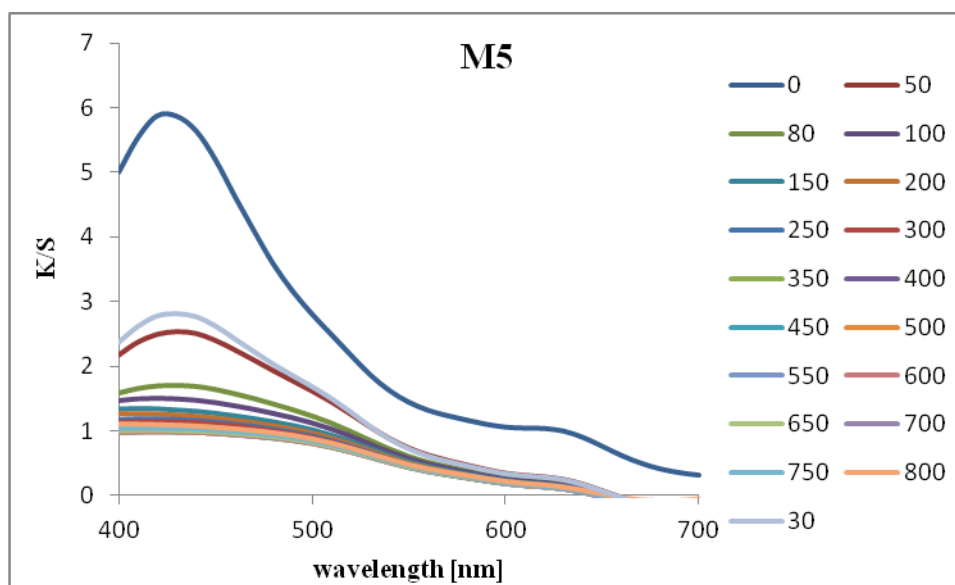


Obr. č. 71.: Textilie M5.

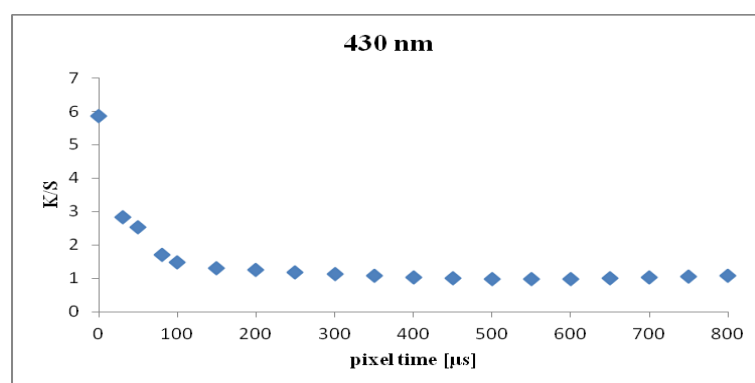
4.10.1 Barevnost, K/S remise textilie M5



Obr. č. 72: Textilie M5. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.
Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

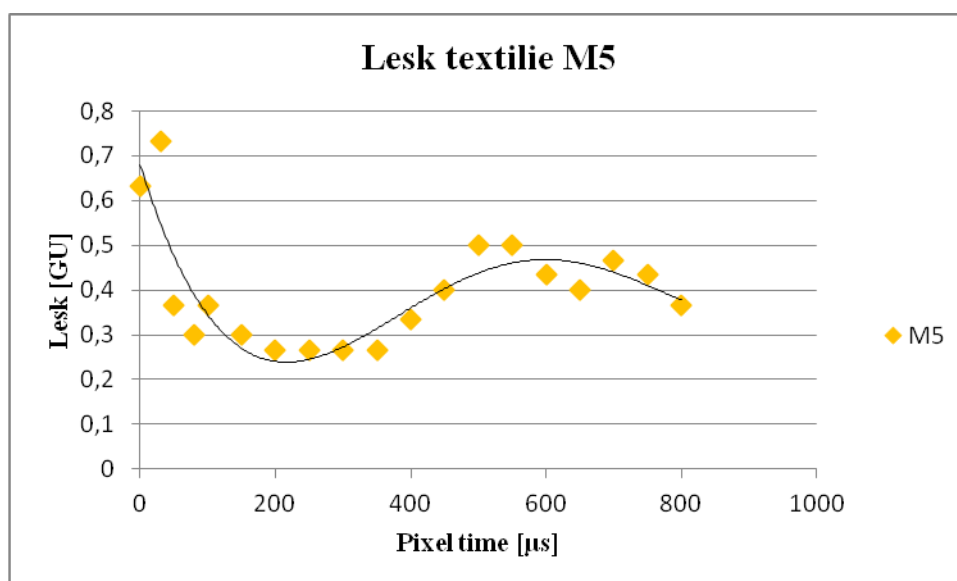


Graf č 31.: Znázornění průběhu změny barevnosti M5 po působení laseru.



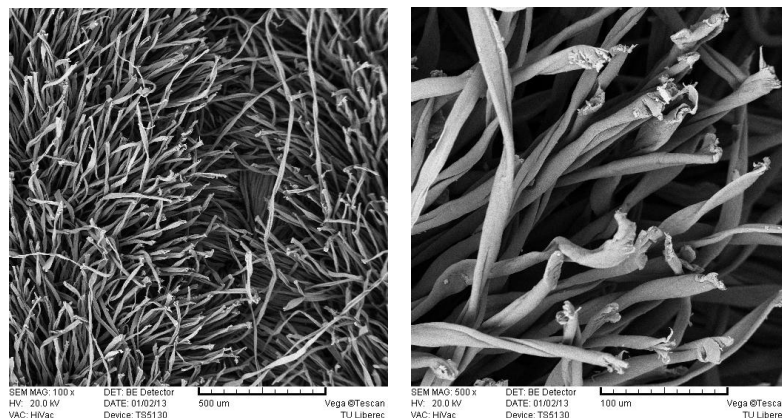
Graf č. 32.: Hodnoty barevnosti textilie M5 v maximu.

4.10.2 Lesk textili M5

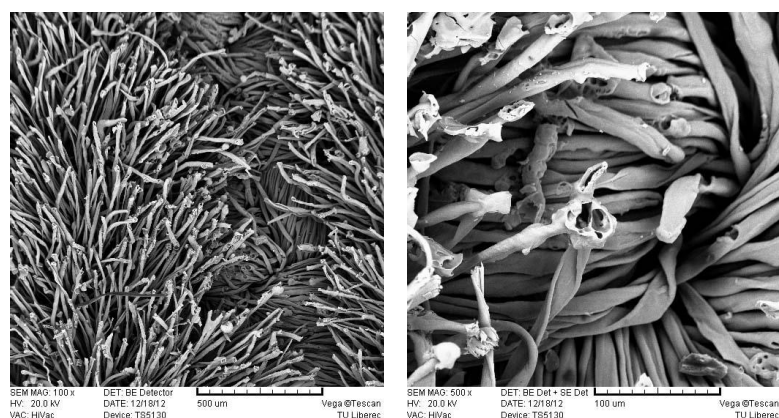


Graf č. 33.: Změny lesku textilie M5 po působení laseru.

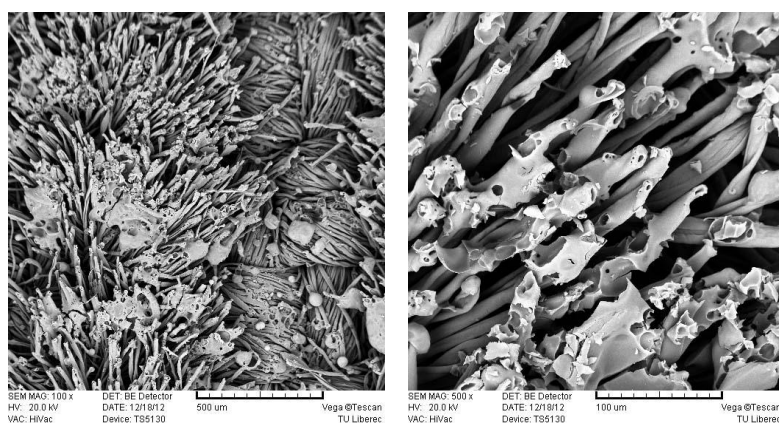
4.10.3 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M5



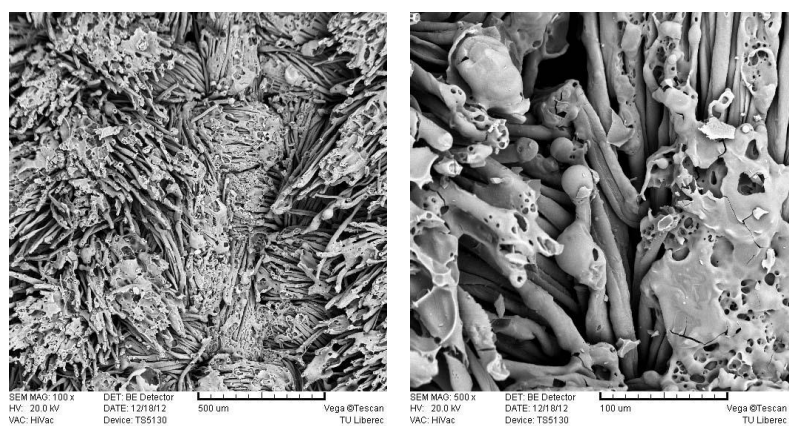
Obr. č. 73. a č. 74.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M5, pixel
time 0 μ s.



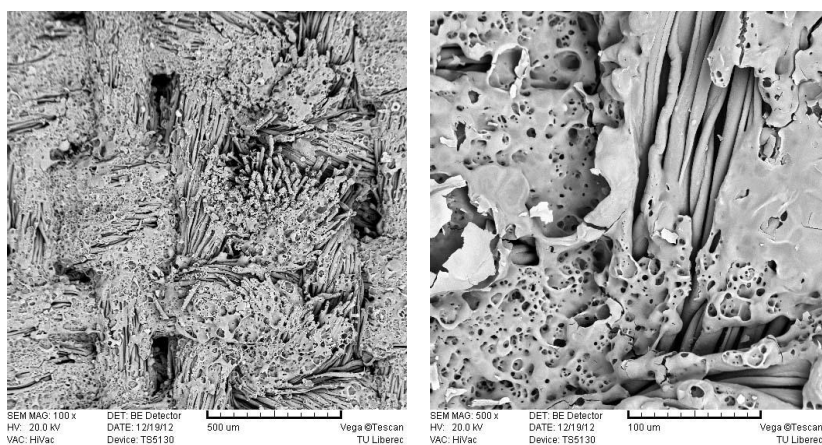
Obr. č. 75. a č. 76.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M5, pixel
time 80 μ s.



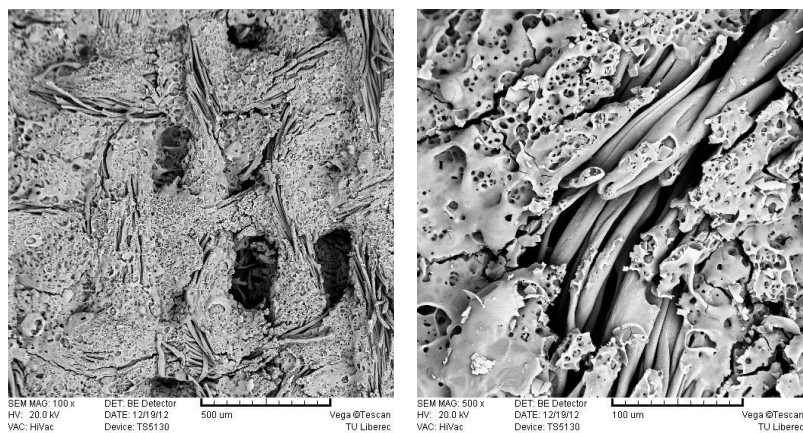
Obr. č. 77 a č. 78.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M5, pixel
time 150 μ s.



Obr. č. 79. a č. 80.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M5, pixel time 250 µs.

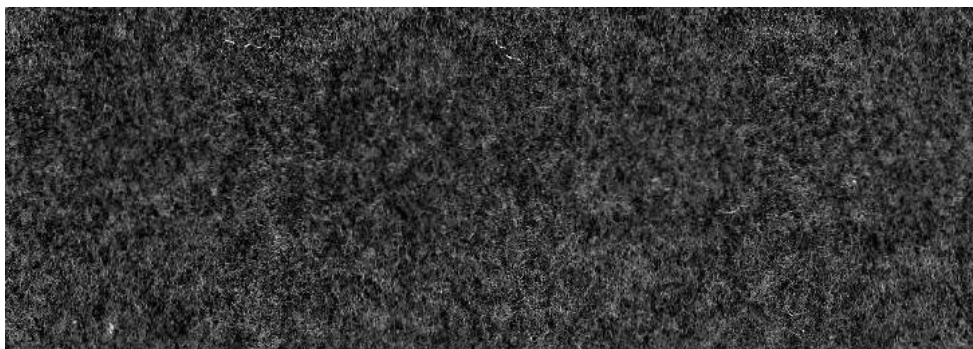


Obr. č. 81. a č. 82.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M5, pixel time 500 µs.



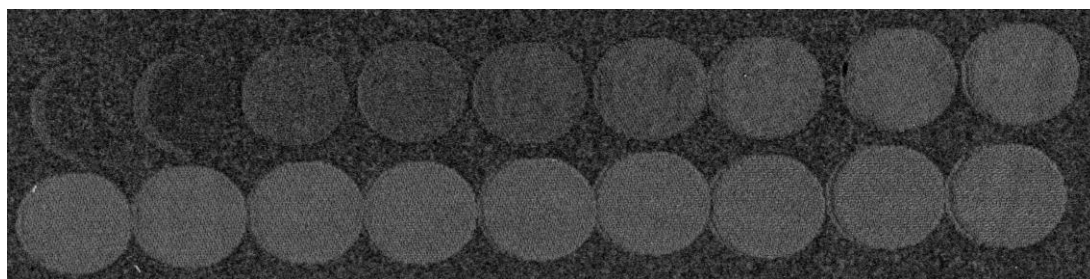
Obr. č. 83. a č. 84.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M5, pixel time 800 µs.

4.11 Textilie M6

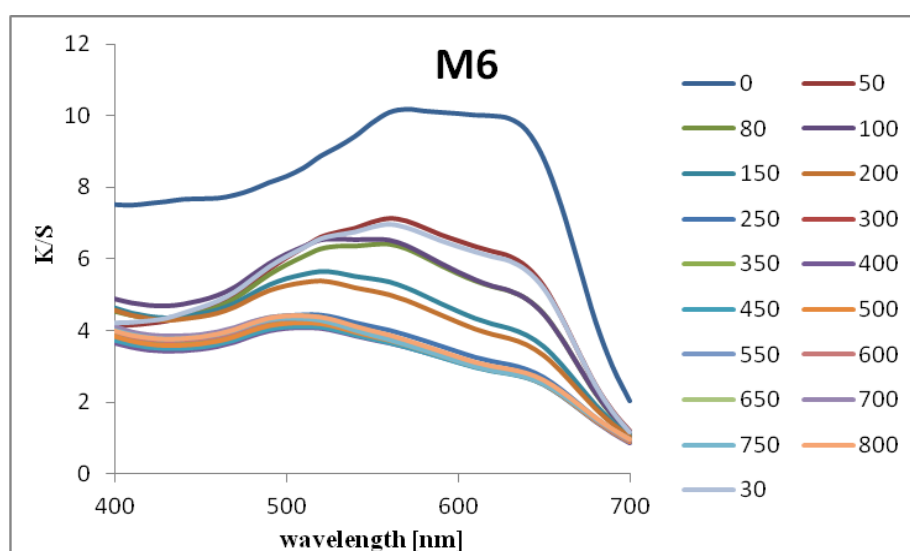


Obr. č. 85.: Textilie M6.

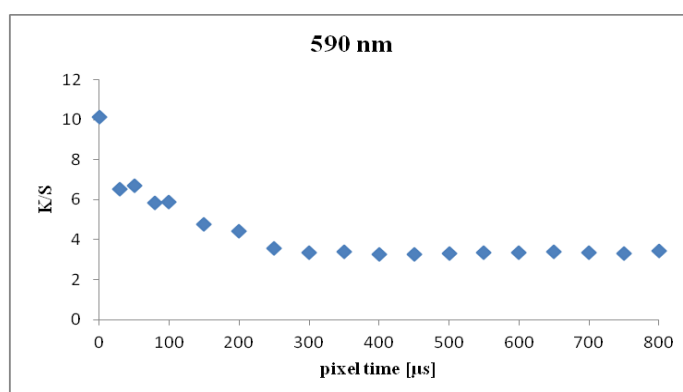
4.11.1 Barevnost, K/S remise textilie M6



Obr. č. 86.: Textilie M6. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.
Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

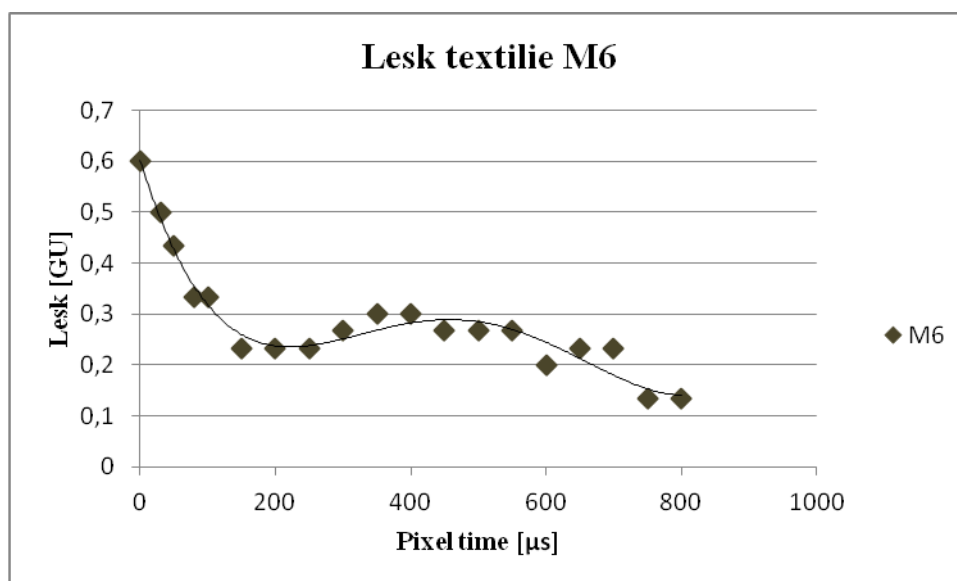


Graf č. 34.: Znázornění průběhu změny barevnosti textilie M6 po působení laseru.



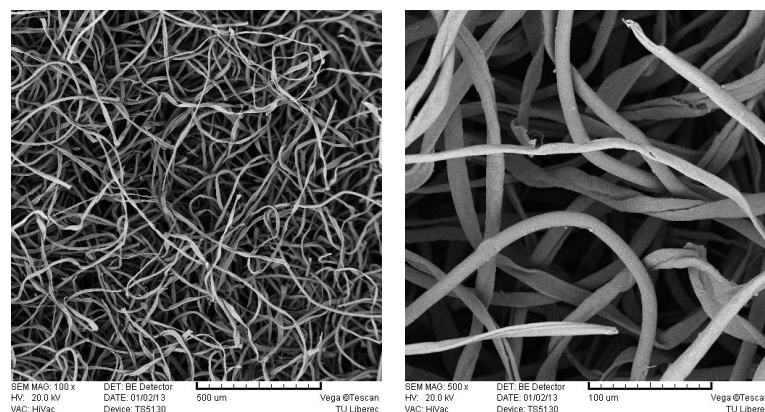
Graf č. 35.: Hodnoty změny barevnosti textilie M6 v maximu.

4.11.2 Lesk textilie M6

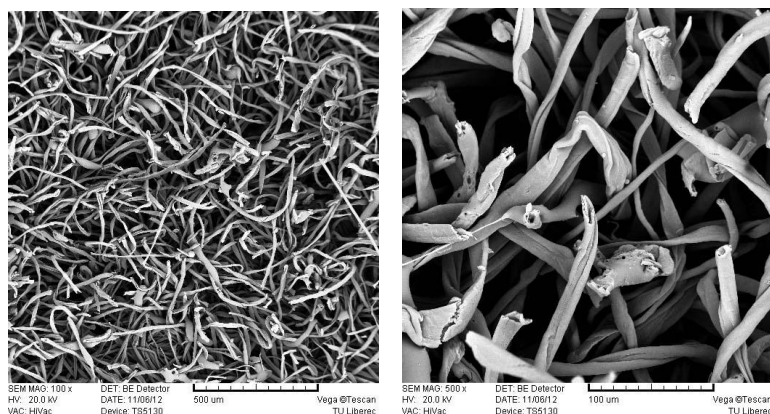


Graf č. 36.: Změna lesku textilie M6 po působení laseru.

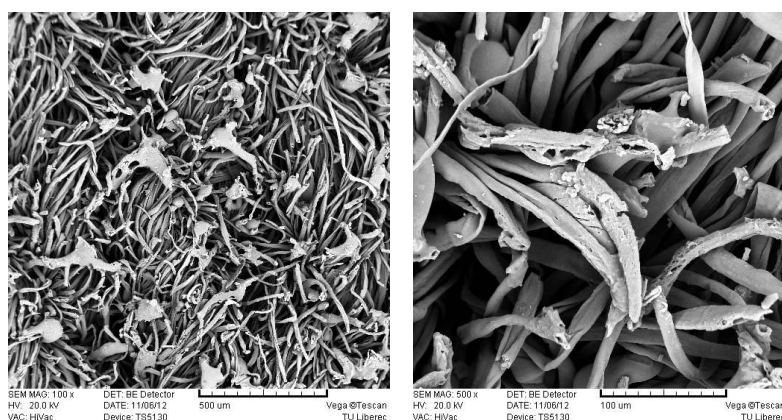
4.11.3 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M6



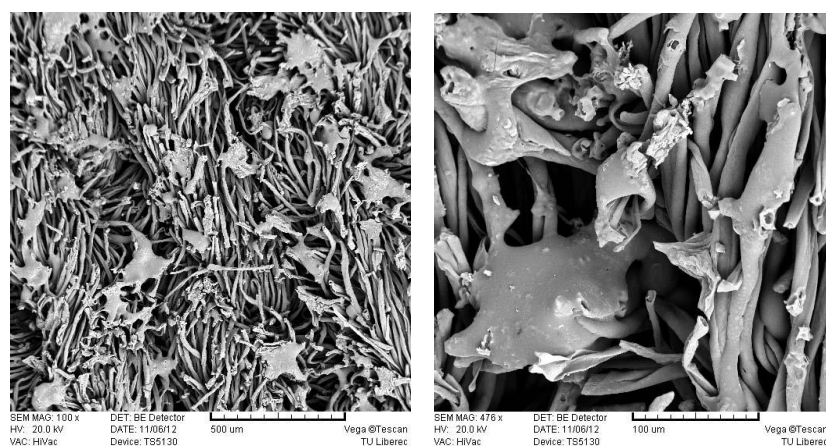
Obr. č. 87. a č. 88.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M6, pixel
time 0 μ s.



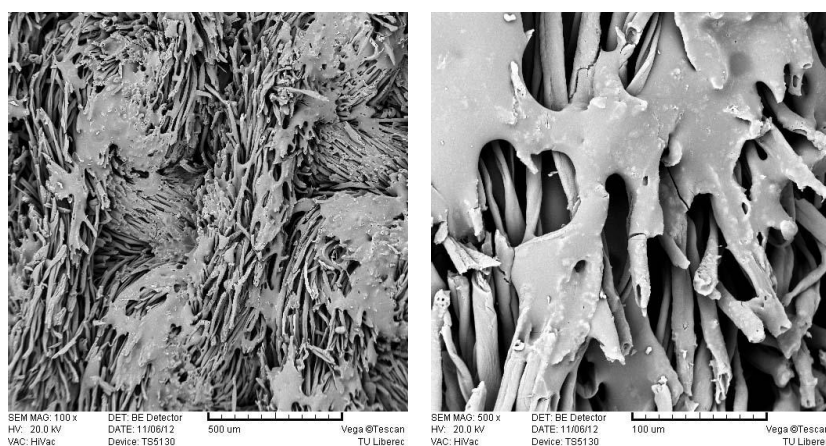
Obr. č. 89. a č. 90.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M6, pixel
time 80 μ s.



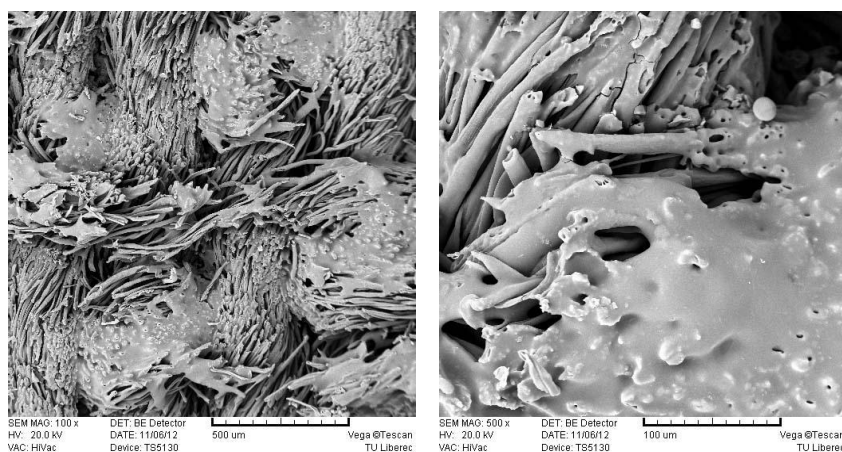
Obr. č. 91. a č. 92.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M6, pixel
time 150 μ s.



Obr. č. 93. a č. 94.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M6, pixel
time 250 μ s.

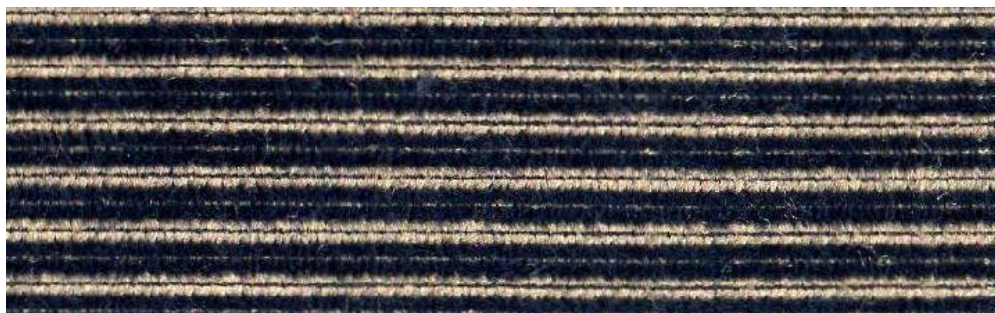


Obr. č. 95. a č. 96.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M6, pixel
time 500 μ s.



Obr. č. 97. a č. 98.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M6, pixel
time 800 μ s.

4.12 Textilie M7



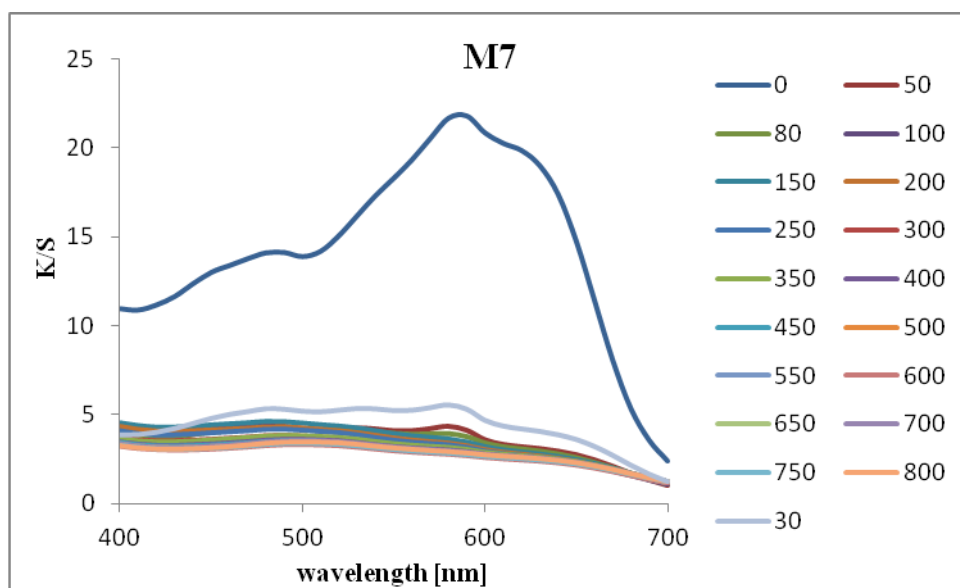
Obr. č. 99: X Textilie M7.

4.12.1 Barevnost, K/S remise textilie M7

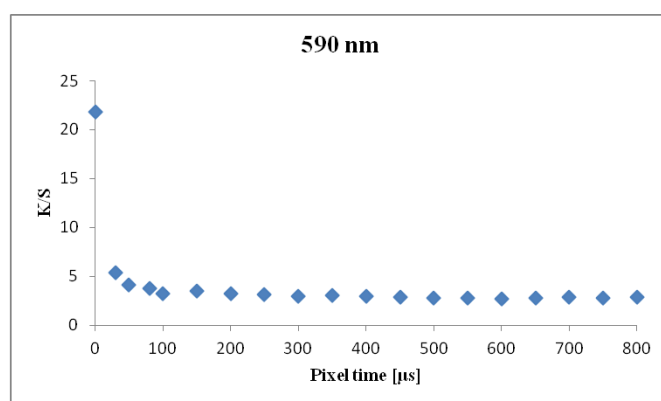


Obr. č. 100: Textilie M7. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.

Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

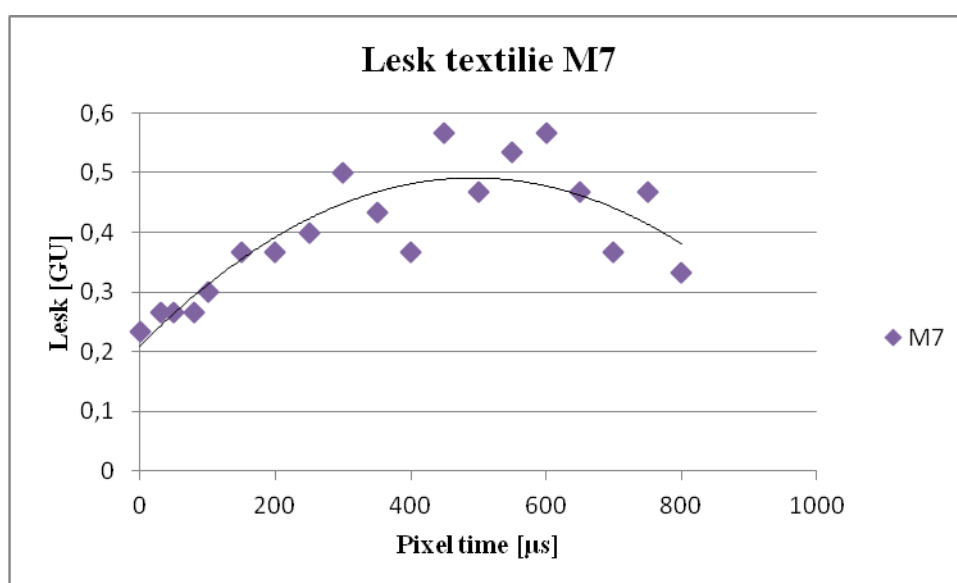


Graf č. 37.: Znáznornění průběhu změny barevnosti textilie M7 po ozáření laserem.



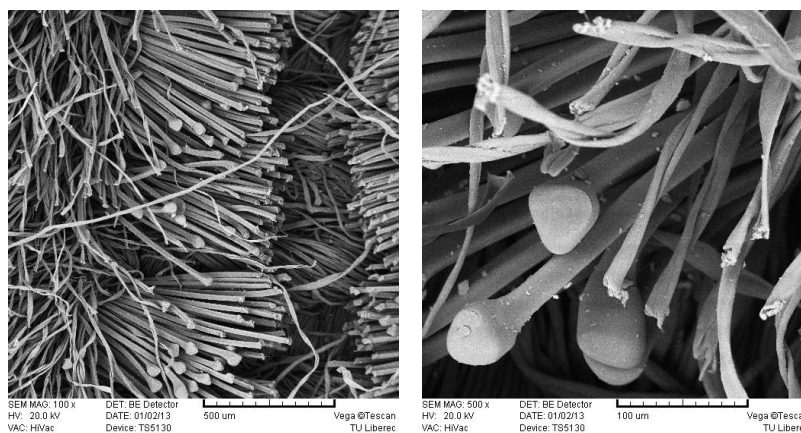
Graf č. 38.: Hodnoty změny barevnosti textilie M7 v maximu.

4.12.2 Lesk textilie M7

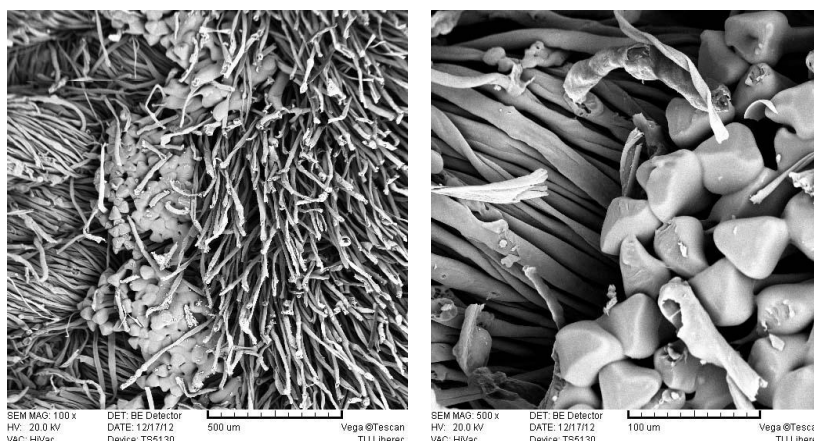


Graf. č. 39.: Změny lesku textilie M7 po působení laseru.

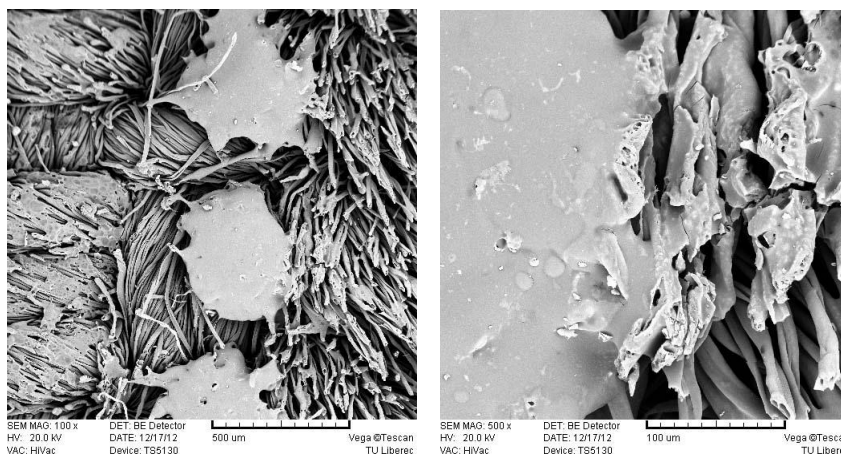
4.12.3 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M7



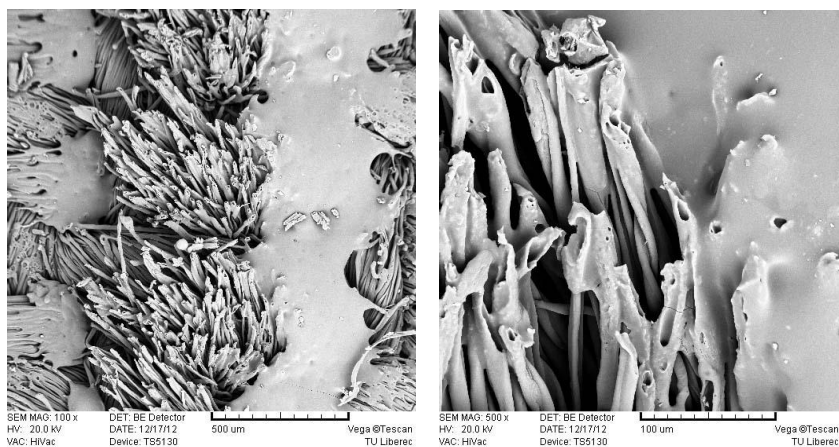
Obr. č. 101. a č. 102.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M7, pixel time 0 μ s.



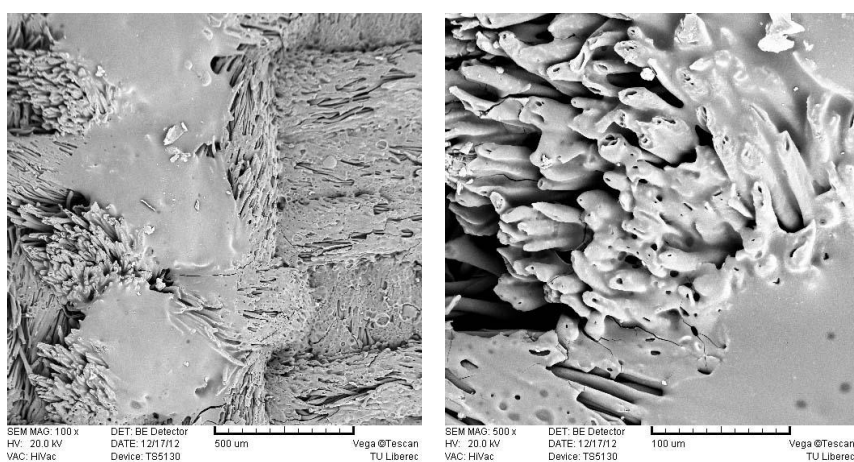
Obr. č. 103. a č. 104.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M7, pixel time 80 μ s.



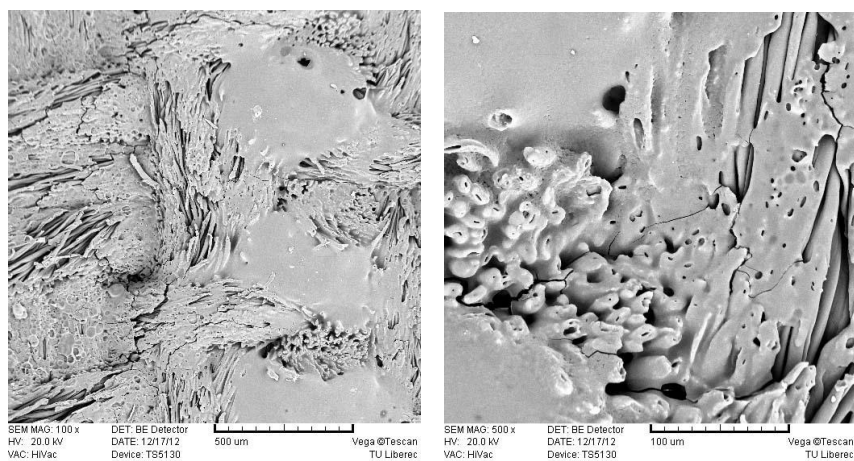
Obr. č. 105: a č. 106.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M7, pixel time 150 μ s.



Obr. č. 107. a č. 108.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M7, pixel time 250 µs.



Obr. č. 109. a č. 110.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M7, pixel time 500 µs.



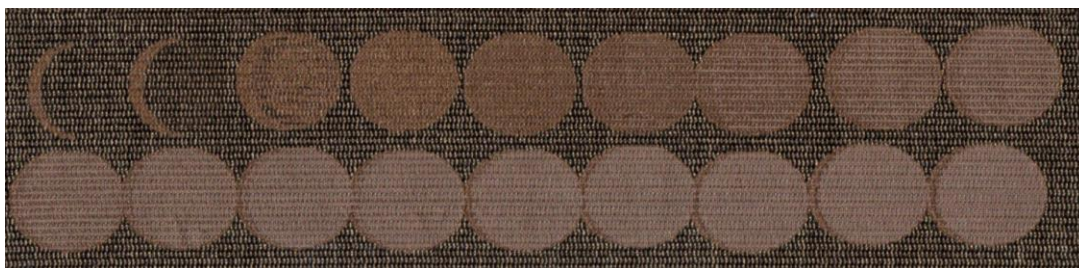
Obr. č. 111. a č. 112.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M7, pixel time 800 µs.

4.13 Textilie M8

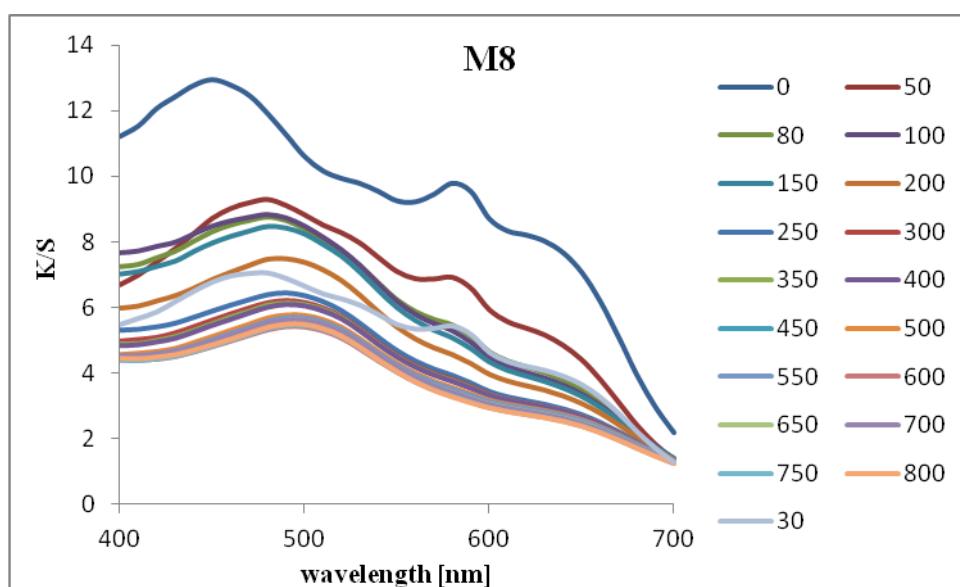


Obr. č. 113.: Textilie M8.

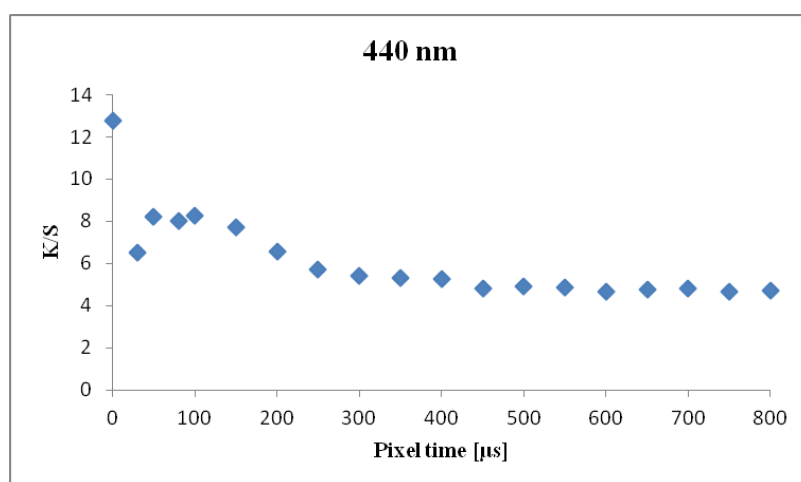
4.13.1 Barevnost, K/S remise textilie M8



Obr. č. 114.: Textilie M8. Kolečka o různých intenzitách pro měření barevnosti a lesku.
Od nejnižší intenzity laseru po nejvyšší z leva doprava.

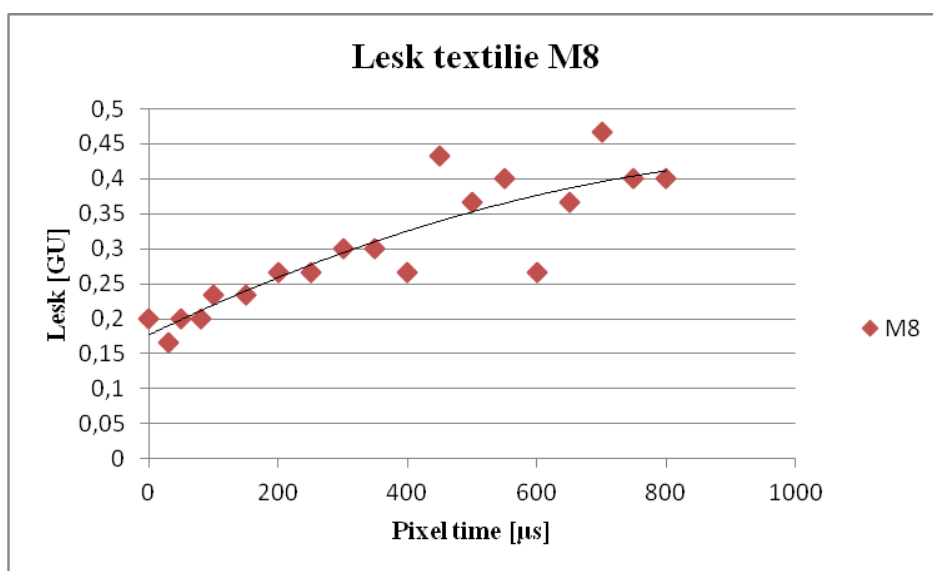


Graf č. 40.: Znázornění změny barevnosti textilie M8 po působení laseru.



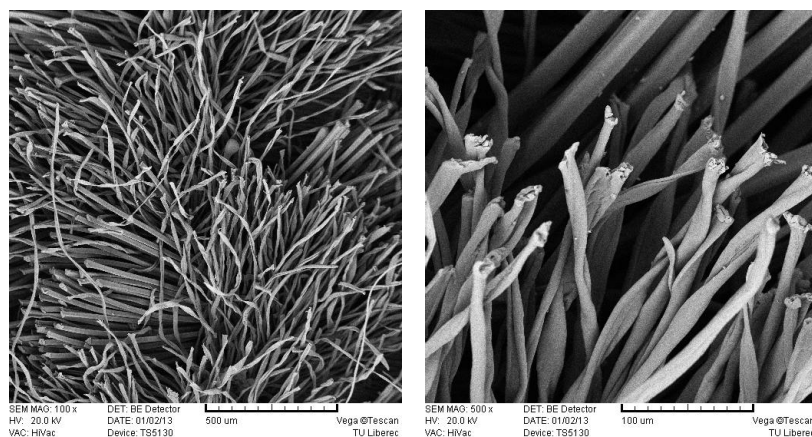
Graf č. 41.: Hodnoty barevnosti textilie M8 v maximu.

4.13.2 Lesk textilie M8

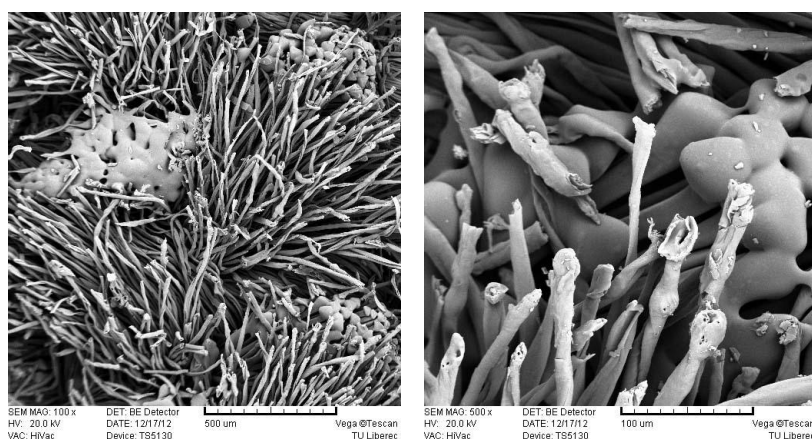


Graf č. 42.: Změny lesku textilie M8 po působení laseru.

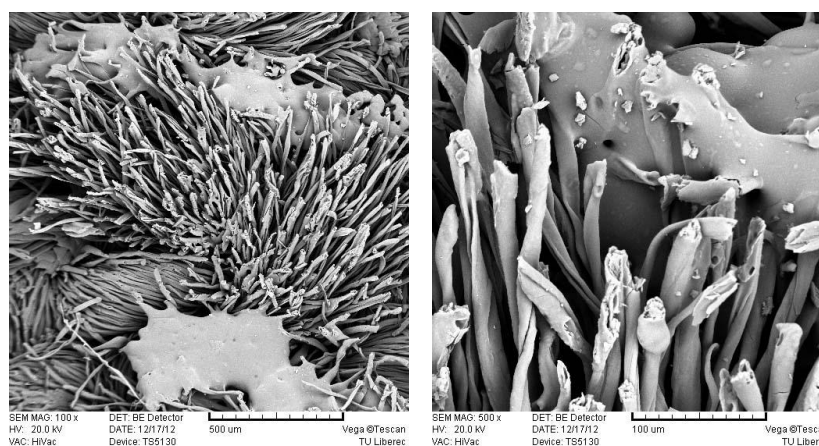
4.13.3 Rastrovací elektronový mikroskop, textilie M8



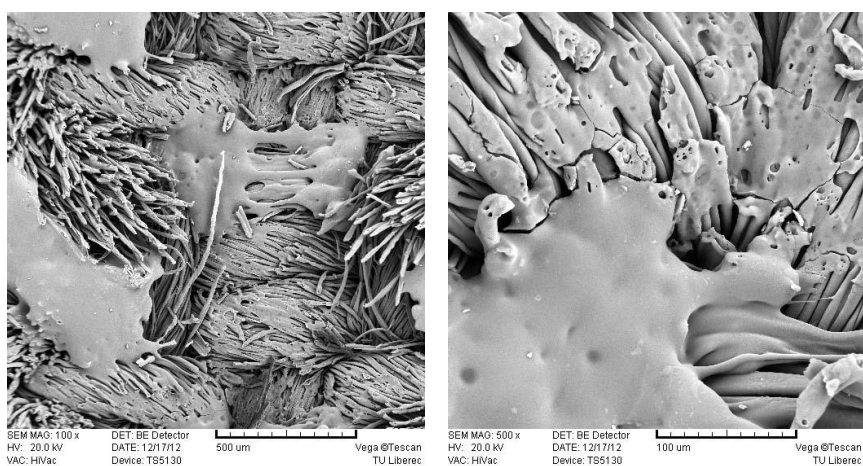
Obr. č. 115 a č. 116.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M8,
pixel time 0 μ s.



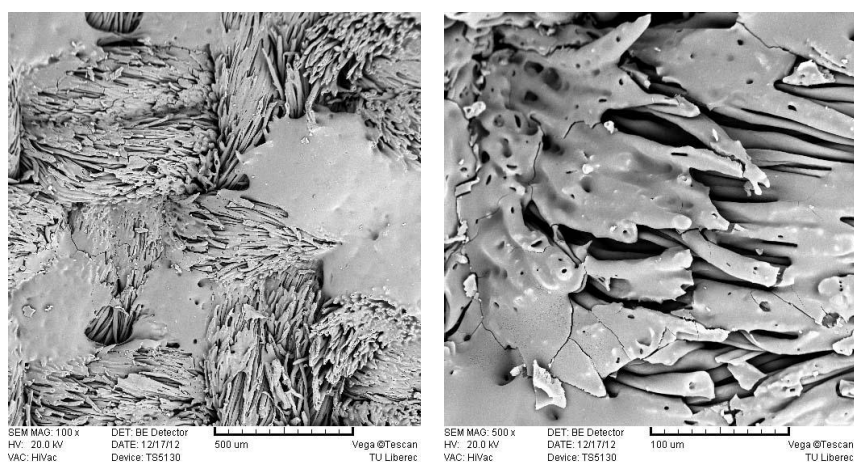
Obr. č. 117 a č. 118: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M8,
pixel time 80 μ s.



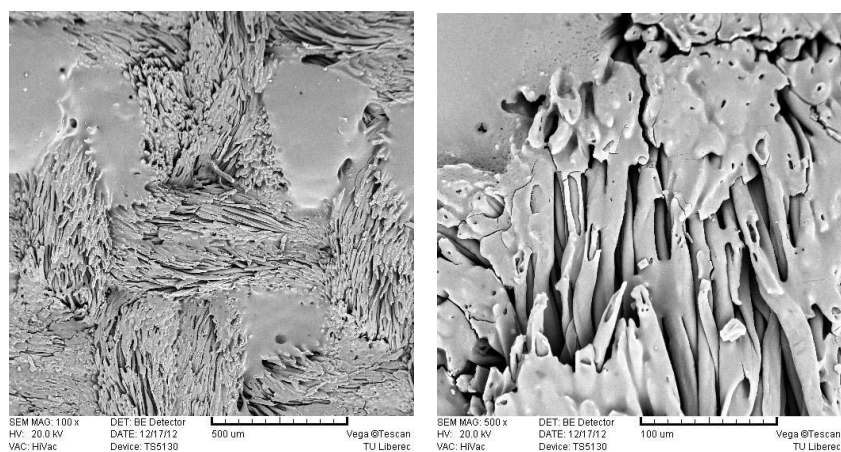
Obr. č. 119. a č. 120.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M8,
pixel time 150 μ s.



Obr. č. 121. a č. 122.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M8,
pixel time 250 µs.



Obr. č. 123. a č. 124.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M8,
pixel time 500 µs.



Obr. č. 125. a č. 126.: Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu textilie M8,
pixel time 800 µs.

4.14 Shrnutí výsledků experimentální části

Ze získaných hodnot měřených vzorků vyplynulo, že textilie s obsahem bavlny má po ozáření nižšími intenzitami laseru vyšší hodnoty pevnosti než textilie s obsahem umělých vláken. Od hodnoty 250 μs však bavlněná vlákna rychle ztrácí svoji vyšší pevnost. Bavlna, však na rozdíl od polyesteru, vykazovala nižší odolnosti vůči oděru v laserem ošetřené části. K tomuto docházelo díky poškození a zkřehnutí bavlněných vláken v textilií, která se po oděru snadno oddělila. Zatímco umělé vlákno, v tomto případě polyester, se při ozáření laseru postupně při zvyšování intenzity laseru rozpouštěl, zatavoval a po oděru, tak vykazoval na povrchu zejména znatelné žmolky. Tyto procesy na povrchu textilního materiálu jsou dobře rozpoznatelné na snímcích z SEM.

Při působení laseru na textilií v nižších intenzitách, dochází u textilie pouze ke změně barevnosti a lesku. Při zvyšování intenzity laseru se do textilie postupně vyrývá reliéf, zejména pak u zde testovaných textilií s vlasem, a následně dochází až k úplné degradaci textilie, tedy k proříznutí. Toto dokazuje i měření tloušťky textilie. Zde je jasně vidět, jak zvyšující se intenzita laseru ovlivňuje vyrytí reliéfu.

Z výsledků vyplývá, že laserové záření ovlivňuje vlastnosti textilií. Se zvyšujícími se intenzitami laseru klesá využitelnost textilie pro oděvní účely. A však správnou kombinací a nastavením všech parametrů laseru, zejména pak rozlišení [dpi] vypalovaného a času expozice [μs], je použití laseru možné.

4.15 Údržba vypáleného materiálu

V předchozích testech bylo naměřeno, že laserové záření negativním způsobem ovlivňuje vlastnosti textilního materiálu. Zejména pak pevnost a odolnost vůči oděru jsou dvěma významnými parametry, které by mohli velmi ovlivnit možnost použití textilního materiálu vzorovaného laserem v oděvu. Proto byly pro vyhotovení konečného materiálu s novou strukturou vybrány dva materiály se složením 100% bavlněným, která v testech vykazovala vyšší pevnosti než ve směsi s polyesterem. Nevýhodou však bylo zjištění, že v testech na odolnost textilie vůči oděru bavlna vykazovala již po nízkém počtu otáček barevnou změnu. Tato změna barvy byla způsobena odstraněním poškozeného vlasu po ozáření laserem. Po působení laseru na bavlnu, vlákna bavlny na povrchu viditelně zežloutnou, až zhnědnou. Odstranění této změny bylo nežádoucí.

Barevná změna vláken u ozáření bavlny po oděru vedla k testům údržby vypáleného materiálu. Pro konečné vypálení autorského vzoru bylo po testech vybráno nastavení laserového paprsku o hodnotách rozlišení 100dpi a času expozice 80 μ s. Vzorky vypálené laserem o tomto nastavení byly vyprány. Pro zkoušku praní byl vybrán osnovní samet (100% CO) a prací kord (100% CO), tedy materiály zvolené pro vypálení konečného vzoru a užití v oděvu.

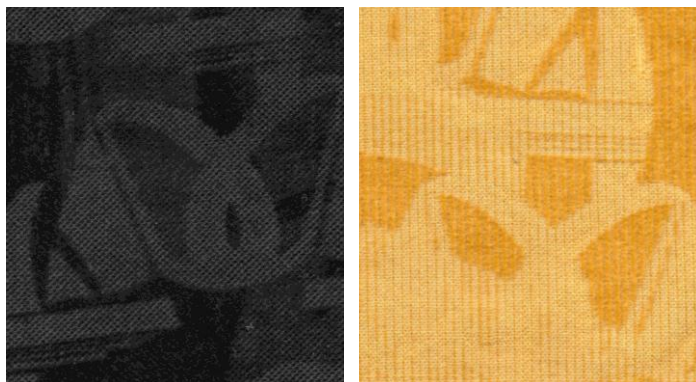
Zkouška praní byla provedena v pračce značky Samsung při nastavení rychlého programu pro praní, teplotě 30°C, době pracího cyklu 28 min. a 400 ot/min. Po prací zkoušce a uschnutí vzorku, vykazovaly oba vzorky změnu barevnosti po vypálení laserem. Vzorky se tedy téměř navrátily, ke své původní barvě před působením laseru. Na vzorcích zůstal viditelný reliéf, který vznikl zkrácením vlasu laserem. Bylo tedy vyhodnoceno, že přesto, že při prací zkoušce vznikl, také zajímavý prvek na textili, není běžné praní vhodné pro takto upravenou textili.

Pro zjištění možnosti údržby byla zvolena zkouška chemického čištění vzorků v čistírně oděvů. Na test byla zvolena dostupná čistírna oděvů, Čistírna Korál. Vzorky byly chemicky vyčištěny běžným způsobem užívaným v čistírnách oděvů a to za pomoci perchlorethylenu. U vyčištěných vzorků byla znatelná jen velice drobná změna barevnosti vypálených míst. Tento způsob by byl tedy vhodný pro údržbu oděvu z textilu vypáleného laserem.

Avšak pro velmi časté nošení a tedy i nutnosti častého čištění by bylo nutné vzorky vypáleného materiálu podrobit dalšímu testování čištění, případně zkoušce podrobit vzorky vypálené o různém nastavené parametru laseru a vybrat tak nejvhodnější kombinaci.



Obr. č. 127.: Vzorky po vypálení laserem.



Obr. č. 128.: Vzorky po praní.



Obr. č. 129.: Vzorky po chemickém čištění.

DESIGNOVÁ ČÁST

5 TVORBA NOVÉ TEXTILNÍ STRUKTURY

Po testování rozdílných parametrů a nastavení laseru následovalo testování vypálených vzorků. Podle výsledků jednotlivých testů byly vybrány takové intenzity, které jsou vhodné pro designové vzorování textilního materiálu s vlasem. Dalším krokem bylo vytvořit autorské návrhy vzorů, kterými se vybraný textilní materiál vyvzoruje.

Inspirací pro návrhy vzorů byla organická architektura. Jedná se o svébytný směr a styl architektury, který hledá nové principy a možnosti práce se stavbou a stavebními materiály. Jak už naznačuje název tohoto druhu architektury, snaží se tyto stavby inspirovat přírodou a zároveň ji neškodit, také se zaměřují na co největší ekologickou nenáročnost. Toto téma bylo vybráno snad i díky tomu, že ekologická nenáročnost je spojujícím prvkem s laserem. Co ale laser a organickou architekturu opravdu spojuje, jsou nové technologie. Přesto, že je laserové světlo známé už řádku let, stále se jedná o technologii, která v nás vzbuzuje pocit čehosi nového, patřícího do vzdálené budoucnosti. Stejně pocity v nás mohou vyvolat budovy postavené v organickém stylu. Jejich různorodé tvary, nezvyklé materiály a jejich kombinace působí velmi emotivně. Stejně tak, jako vyslovení slova laser představuje pohled na organickou architekturu směr, jakým se nové technologie budou dále v moderním světě ubírat.

5.1 Organická architektura

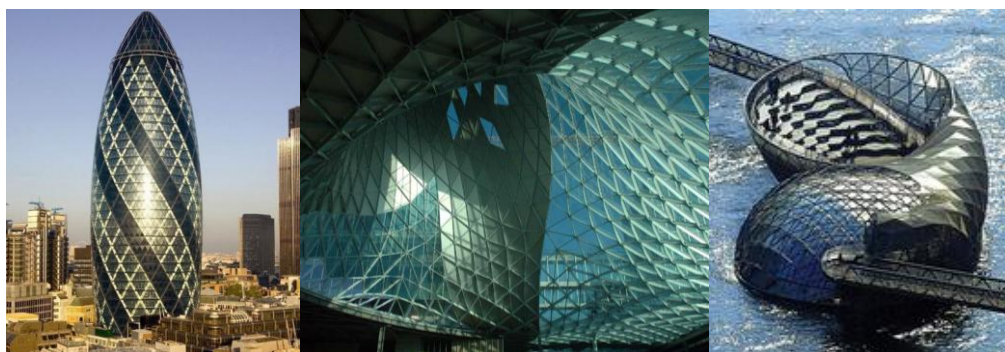
Jedná se o styl architektury, který má vytvořit rovnoprávné spojení člověka a jeho obydli s ohledem na životní prostředí. Organická architektura se inspirovat účelností, funkčností a přirozeností přírody. Přírodou se inspirovala celá řada architektů i architektonických stylů. Pojem organická architektura se však objevil poprvé až v roce 1841 v knize *De L'Art et du beau* v překladu *O umění a kráse* od francouzského estetika H. F. R. de Lammenaise. Dalšími, kteří začali používat označení organická architektura, byli: americký sochař Horatio Greenough, J. G. Semper a L. H. Sullivan. Výrazné organické prvky se také objevují v práci A. Gaudího.

Organická architektura navozuje představu budov vyrůstajících z povrchu. Jedná se také o budovy, které jsou postavené z přírodních materiálů, budovy pohrávající si s geometrickými tvary a stavby otevřené okolní přírodě, obrázky č. 130., 131., 132.

Antonio Gaudí tvořil stavby, které připomínali tvary zvířat nebo rostlin vyrůstajících ze země. Prvky, ze kterých Gaudí tvořil svoje stavby, připomínají kosti a šlachy nebo šlahouny a výhonky. [26]

Hlavní principy a základní pravidla organické architektury však rozpracoval až Frank Lloyd Wright. Ve své práci nevycházel z abstraktně geometrických forem, ale snažil se věnovat se určitému člověku, jeho potřebám a prostředí, ve kterém žije. Pro jeho práci je typické vyhýbání se ostrým hranám, úhlům a rozsáhlým plochám. Podle Wrightovi filozofie by měl dům vycházet z potřeb lidí a z charakteru země jako živý organismus. Wrightovi stavby perfektně zapadají do severoamerického venkova, ale i do středu Manhattanu. [25]

Tento architektonický styl však vždy balancoval a balancuje na hranici skutečného uměleckého díla a nepovedeného kýče v očích veřejnosti i kritiků. Organická architektura je spojena s přírodou, každá stavba je individualistická a někdy působí až vzpurně. Všechny stavby jsou velmi emocionální, ale bez cynismu či snobismu. Organická architektura odpovídá konvencím, ale nenechává se svazovat tradicemi. Nový styl se snaží zavést architekturu do nových oblastí, ale nepostrádá sílu a důvtip. Se stále se zvyšující pozorností o ekologické problémy zájem o organickou architekturu stoupá. [26] Stále roste tlak na to, aby ekologické byly i soukromé obytné domy a ne jen obrovské budovy. Nové budovy dokazují, že architektura může být jak moderní tak ekologická a nezatěžovat životní prostředí, spotřebovat co nejmenší množství paliva a snížit emise uhlíku na minimum. [35] [36]



Obr. č. 130.: St. Mary axe 30 („okurka“), Forest and Partners [37]; Obr. č. 131.: New trade Milan, Massimiliano Fuksas [38]; Obr. č. 132.: Murisel, Vito Acconci. [39]

5.1.1 Casa Batlló

V práci Antoniho Gaudí se spojuje katalánský modernismus, dekorativní a stavební prvky flamboyantní gotiky, platereskního stylu a mudejarského umění jihošpanělských Maurů. Každý prvek v jeho stavbách je živý, neotřelý a organický. Gaudí byl věrným tradicím a jeho originalita spočívá zejména k návratu ke kořenům.

Dům Batlló v letech 1905-1907 Gaudí renovoval. Obložil jej mozaikou z barevných kousků skla. Gaudí se snažil, aby stavba vypadala velice ornamentálně. Na balkony použil tepané železo a na střechu majolikové tašky. Jeho stavba se podobá živým tvarům. Na obrázcích č. 133.- 135. organické Gaudího balkóny. [40]



Obr. č. 133., 134., 135.: Casa Batlló. [41] [42] [43]

5.1.2 Muzeum Solomona R. Guggenheima

Jedná se o jednu z nejznámějších staveb organické architektury na světě. Toto muzeum stojí v USA, v New Yorku a bylo postaveno roku 1959. Architekt, který tuto unikátní budovu projektoval byl Frank Lloyd Wright.

Toto Guggenheimovo muzeum se inspiroje šnečí ulitou nebo mořskou mušlí. Ochozy muzea se spirálovitě točí vzhůru podél stěn, na kterých jsou umístěna umělecká díla, jak je vidět na obrázku č. 136. Zjednodušeně se jedná o kruhovitou rampu, která se šplhá nahoru kolem jaké si betonové studně. Celý objekt je zastřešen skleněnou kopulí. [35] Spirálovitými tvary se Wright zabýval od poloviny 20. let. Obrázek č. 137. představuje okolí muzea. Muzeum se nachází na páté avenue a může kolemjdoucím připomínat mohutný bunkr, který je však mezi vysokými stavbami na Manhattanu nepřehlédnutelný. [33]

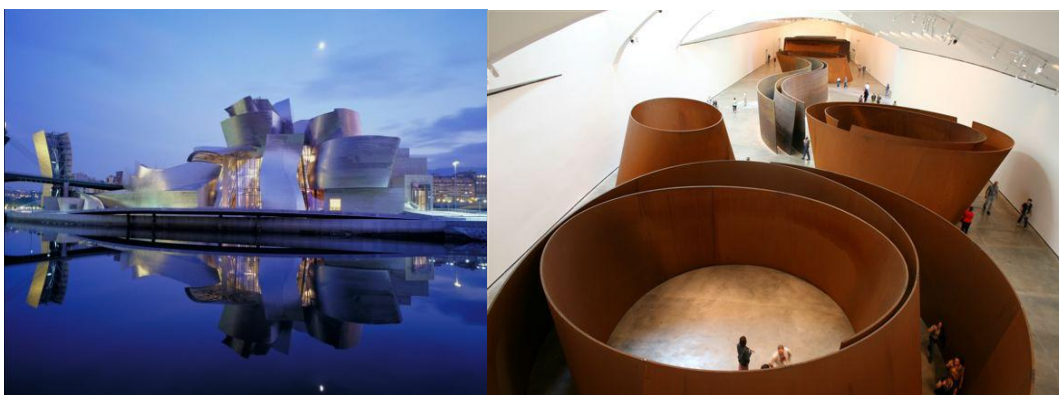


Obr. č. 136. a 137.: Muzeum Solomona R. Guggenheima. [44][45]

5.1.3 Guggenheimovo muzeum v Bilbao

Muzeum je tvořeno za pomoci složitých matematických kombinací pravoúhlých vápenných bloků. Na první pohled diváka zaujme spousta křivek této budovy potažené titanem, obrázek č. 138. Hlavním důvodem vzniku a vystavení této budovy byla snaha o ekonomický rozvoj v Bilbao za pomoci turistického ruchu.

Muzeum bylo navrženo architektem Frankem Gehrym. Budova byla postavena roku 1997 v Bilbao ve Španělsku. Kurátoři výstav si často stěžují, že se s takto členěným prostorem, jak je vidět na obrázku č. 139. špatně pracuje, ale je pravdou, že lidé se chodí častěji dívat na samotnou budovu než na výstavy v ní. [39]



Obr. č. 138. a 139.: Guggenheimovo muzeum v Bilbao. [46][47]

5.1.4 Opera v Sydney

Tato budova pomohla Sydney prosadit se mezi světoznámá města. Opera se stala jednoznačně hlavním symbolem Sydney i celé Austrálie. Architektem této stavby byl dán Jörn Utzon a projektována byla v roce 1957. Budova opery je posazena na poloostrov Bennelong Point, který začíná u sydneyského přístavu. Na pohled je stavba pozoruhodná a můžeme si pod jejími tvary představit vlny, ploutve žraloků nebo zobáky racků, jak ukazuje obrázek č. 140. A však uvnitř je budova ne zcela praktická z důvodu velké dálky, kterou návštěvník musí ujít, než se mu podaří dostat se do hlavního sálu a hlediště. [33] Toto je možná zapříčiněno odchodem Jörna Utzona v roce 1966 od stavby. Jeho stylem bylo totiž domýšlet a dokončovat projekty i během jejich stavby. [35]



Obr. č. 140.: Opera v Sydney. [48]

5.2 Tvorba vzorů pro vypálení

Pro práci se vzory, které mají být vypálené, slouží program EasyMark. Tento program je určen jak pro samotné tvoření vzorů pro vypálení tak je možné v něm pomocí importování otevřít vzory vytvořené v jiných grafických programech, jako jsou například: AutoCad, Corel Draw, Adobe Photoshop nebo MS Paint.

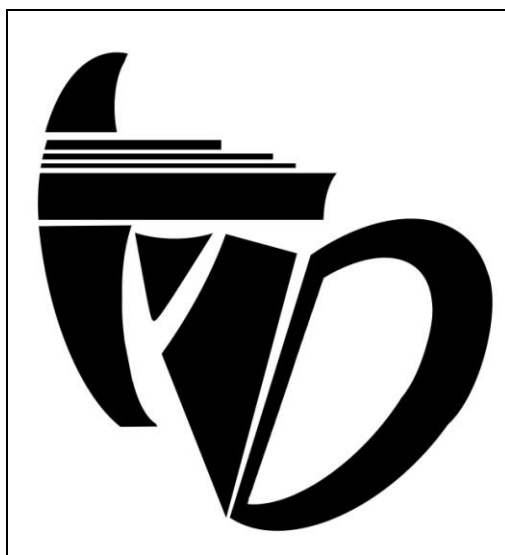
Grafické vzory pro tuto práci byly vytvořeny v programu Adobe Photoshop. Následně byly vzory uloženy do formátu JPG a pomocí možnosti importace, převedeny do programu EasyMark2009.

5.2.1 Návrhy vzorů pro vypalování

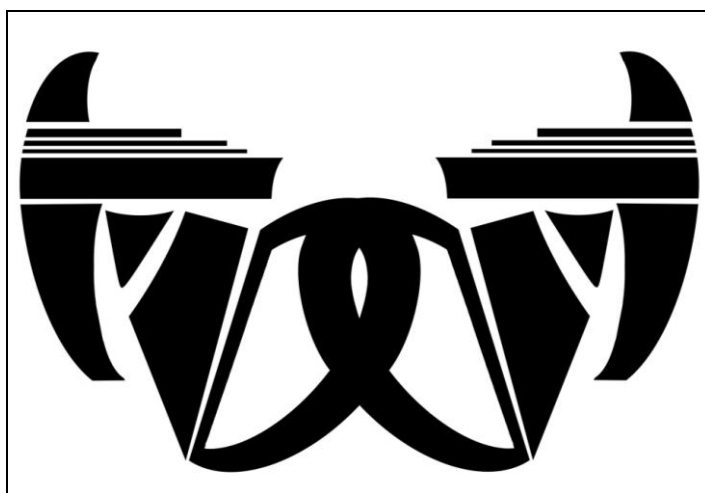
Pro vypalování bylo navrženo několik variant vzorů. Postupným skládáním a množením byl vytvořen konečný vzor, který byl pro vypalování vybrán. Střída konečného vzoru je o velikosti A4. Jednotlivé prvky vzoru jsou odlišené dvěma barvami. Podle stupnice RGB šedá: # 666666, R:102, G:102, B:102; černá: # 000000, R: 0, G: 0, B: 0. Program EasyMark dokáže rozlišovat stupně šedi a ty také jdou pomocí laseru vypálit.



Obr. č. 141.: Detail z navrženého vzoru, dvě vypalované barvy.



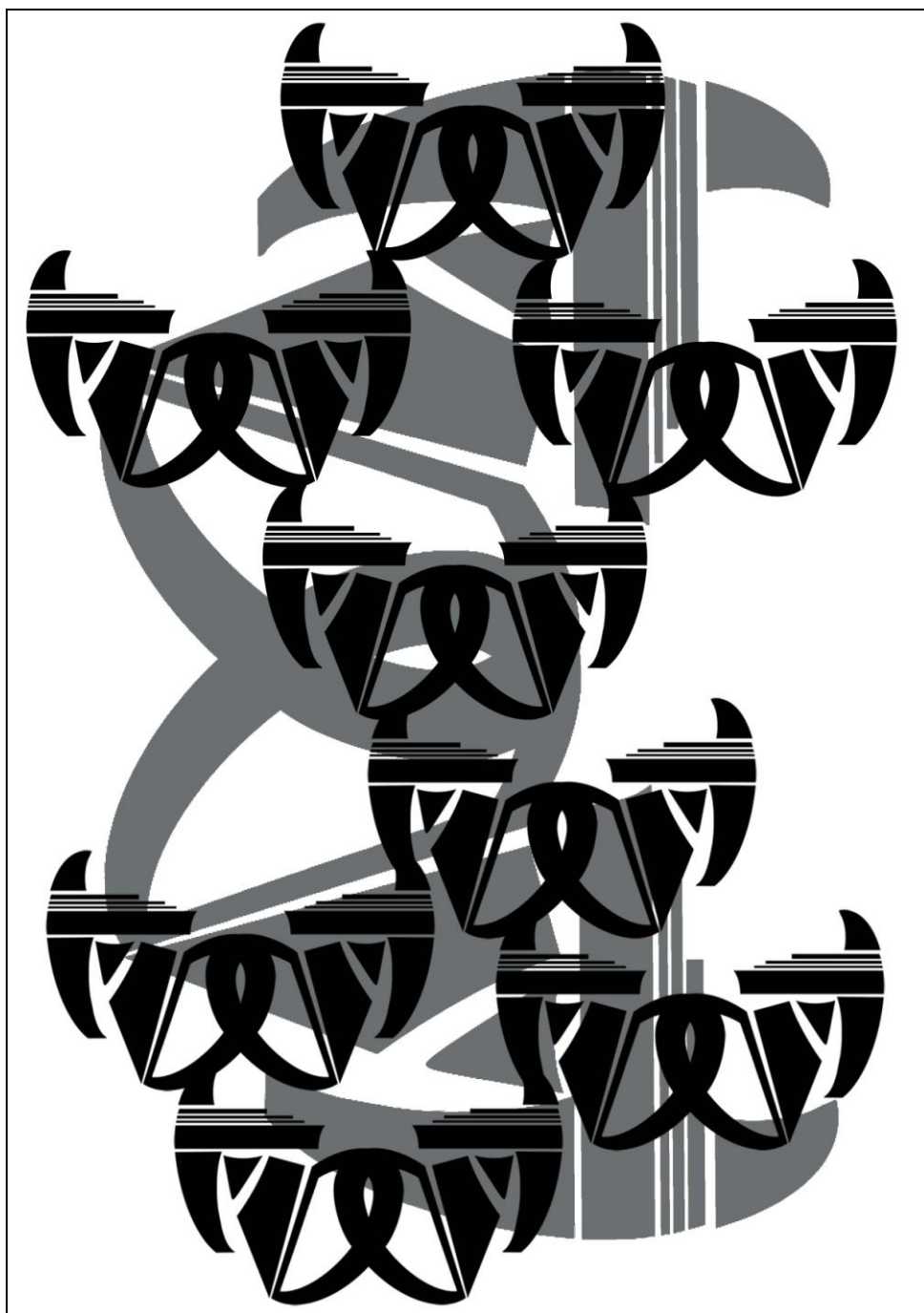
Obr. č. 142.: Základní vzor.



Obr. č. 143.: Zdvojený vzor.



Obr. č. 144.: Raport pro základní vzor.



Obr. č. 145.: Raport zdvojeného vzoru, konečný návrh pro vypalování.

6 TVORBA ODĚVNÍ KOMPOZICE

Nově vytvořená textilní struktura byla využita pro tvorbu dámské oděvní kolekce. Na oděvy byly použity dva vyvzorované textilní materiály, bavlněný tmavomodrý samet a bavlněný světle-žlutý prací kord. Oba materiály byly doplněny o bílý plyš.

Kolekce byla tvořena třemi modely, které kompletně oblékají celou postavu. Modely byly inspirovány organickou architekturou stejně jako vzory na textiliích.

Následuje dokumentace k jednotlivým modelům, jejichž součástí je vlastní návrh, technický nákres a technický popis.

6.1 Model Organic Architecture č. 1

Součástí prvního oděvního modelu je kabátek s dlouhým rukávem s netradiční kombinací pracího kordu s vypáleným vzorem a plyše. Model je doplněný sukní s vypáleným vzorem, se zvýšeným pasem a délkou ke kolenům.



Obr. č. 146.: Návrh modelu Organic architecture č. 1.

6.1.1 Technický popis modelu Organic architecture č. 1

❖ Podšitý kabátek s dlouhými dvoušvovými rukávy

Přední díl

Přední díl kabátku je členěný princesovými švy. Límec je protažen do předního dílu do tvaru trojúhelníku. V prsní linii se sbíhají hroty trojúhelníkového členění z protaženého límce a pasové části. Spodní část je tvořená balónovitým tvarem, který přechází od pasové linie přes boky až do zadní dílu.

Zadní díl

Zadní díl kabátku je členěn princesovými švy a švem středovým. V pasové linii je členěn pomocí obdélníkového tvaru, který přechází do předního dílu. Od pasové části přes boky a sedovou linii, přechází balónovitá část z předního dílu. Límec má na zadním díle tvar zvýšeného stojatého límce.

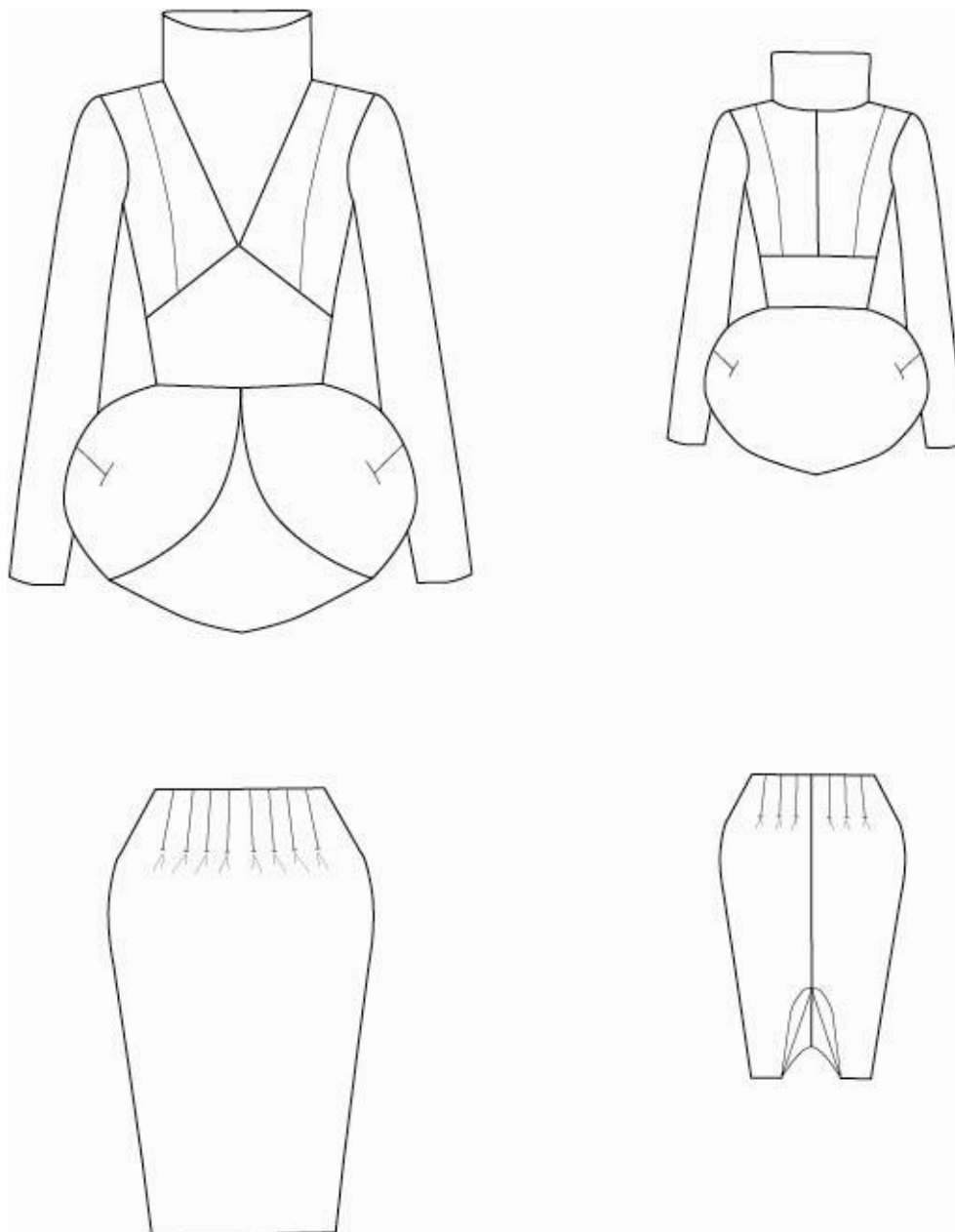
❖ Sukně do pasu s délkou nad kolena

Přední díl

Přední díl sukně je hladký. V pasové části je sukně zúžena osmi sešitými záhyby. Sešité záhyby tvoří jemné řasení v oblasti boků.

Zadní díl

Zadní díl sukně je členěn středovým švem. V pasové části je sukně zúžena šesti sešitými záhyby. Sešité záhyby tvoří jemné řasení v oblasti boků. Na středu zadního dílu v dolním kraji sukně je tvarovaný záhyb pro volnost chůze.



Obr. č. 147.: Technický nákres modelu Organic architecture č.1.

6.2 Model Organic architecture č. 2

Druhý model je tvořen kabátkem s vypáleným vzorem. Kabátek má dlouhé rukávy. Část předního dílu a část rukávu je plyš. K modelu patří jednoduché, dlouhé, úzké kalhoty z pracího kordu.



Obr. č. 148.: Návrh modelu Organic architecture č. 2.

6.2.1 Technický popis modelu Orcanic architektury č. 2

❖ Široký podšitý kabátek s dlouhými rukávy

Přední díl/Zadní díl

Přední díl je členěn princesovými švy. Boční části trupu jsou z plyše. Průkrčník je zpracován do podsádky.

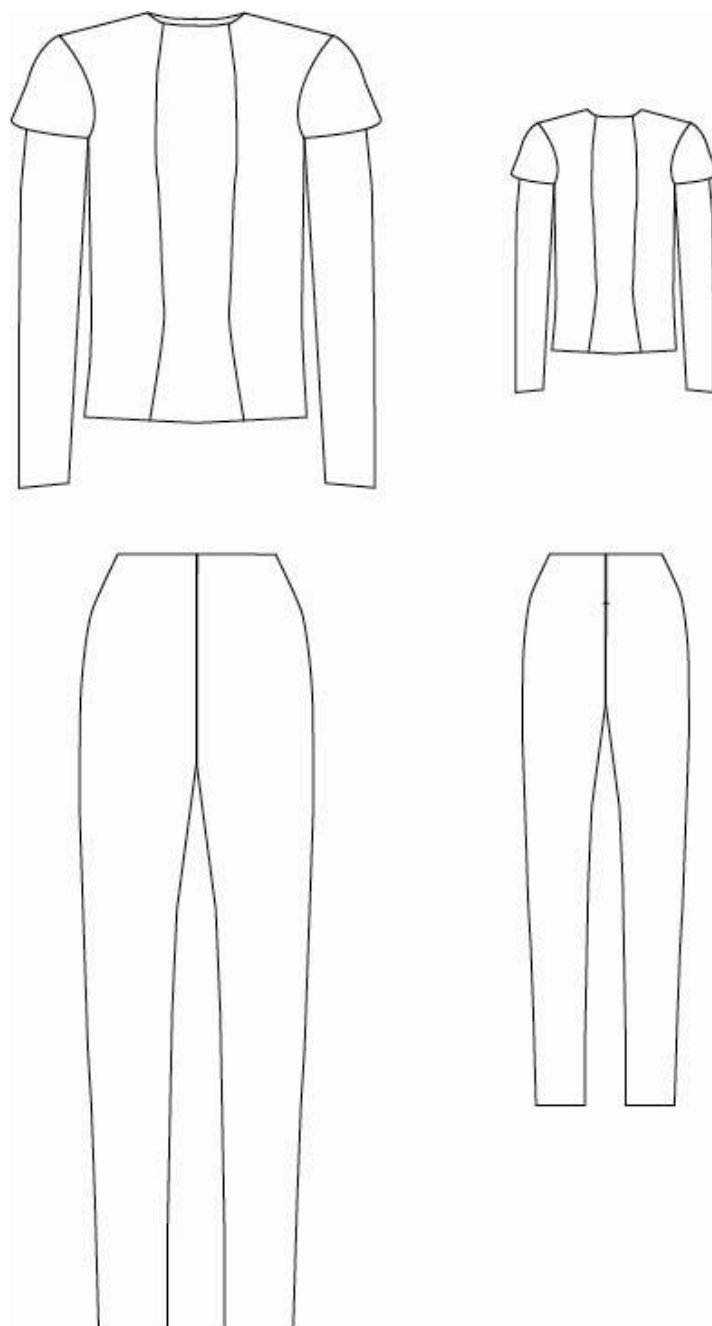
Rukávy

Do průramku jsou všíte dvoušvové hlavicové rukávy. Hlavicová část rukávu je z plyše, je rozšířená a přestřižnutá. Na rukávovou hlavici z plyše navazuje dvoušvový rukáv.

❖ Dlouhé kalhoty

Přední díl/ Zadní díl

Kalhoty mají zvýšený pas a jsou zúžené ke koníkům. Ve středu zadního dílu jsou kalhoty zapínané na skrytý zip.



Obr. č. 149.: Technický nákres modelu Organic architecture č. 2.

6.3 Model Organic architecture č. 3

Třetí model je tvořen kabátkem vzorovaným laserem s rukávy z plyše. Součástí modelu jsou pouzdrové šaty se vzorovaným trupovým dílem.



Obr. č. 150.: Návrh modelu Organic architecture č. 3.

6.3.1 Technický popis modelu Organic architecture č. 3

❖ Krátký kabátek s dlouhými rukávy z plyše

Přední díl

Přední díl kabátku je členěný ke středu posunutými princesovými švy. V pasové části je kabátek přestřižený a pomocí členících dílků jsou boční díly kabátku vysunuty do prostoru. Přední kraje kabátku jsou posunuté od středu a nedotýkají se. Průkrčník je zpracován do podsádky.

Zadní díl

Zadní díl je členěn princesovými švy a švem středovým. V pasové linii je kabátek přestřižený a pomocí členících dílků jsou boční díly vysunuty do prostoru jako na předním díle. Průkrčník je zpracovaný do podsádky.

Rukávy

Rukávy jsou tvořené hlavicovou částí a částí rukávovou z plyše. Rukávy jsou všité do průramků.

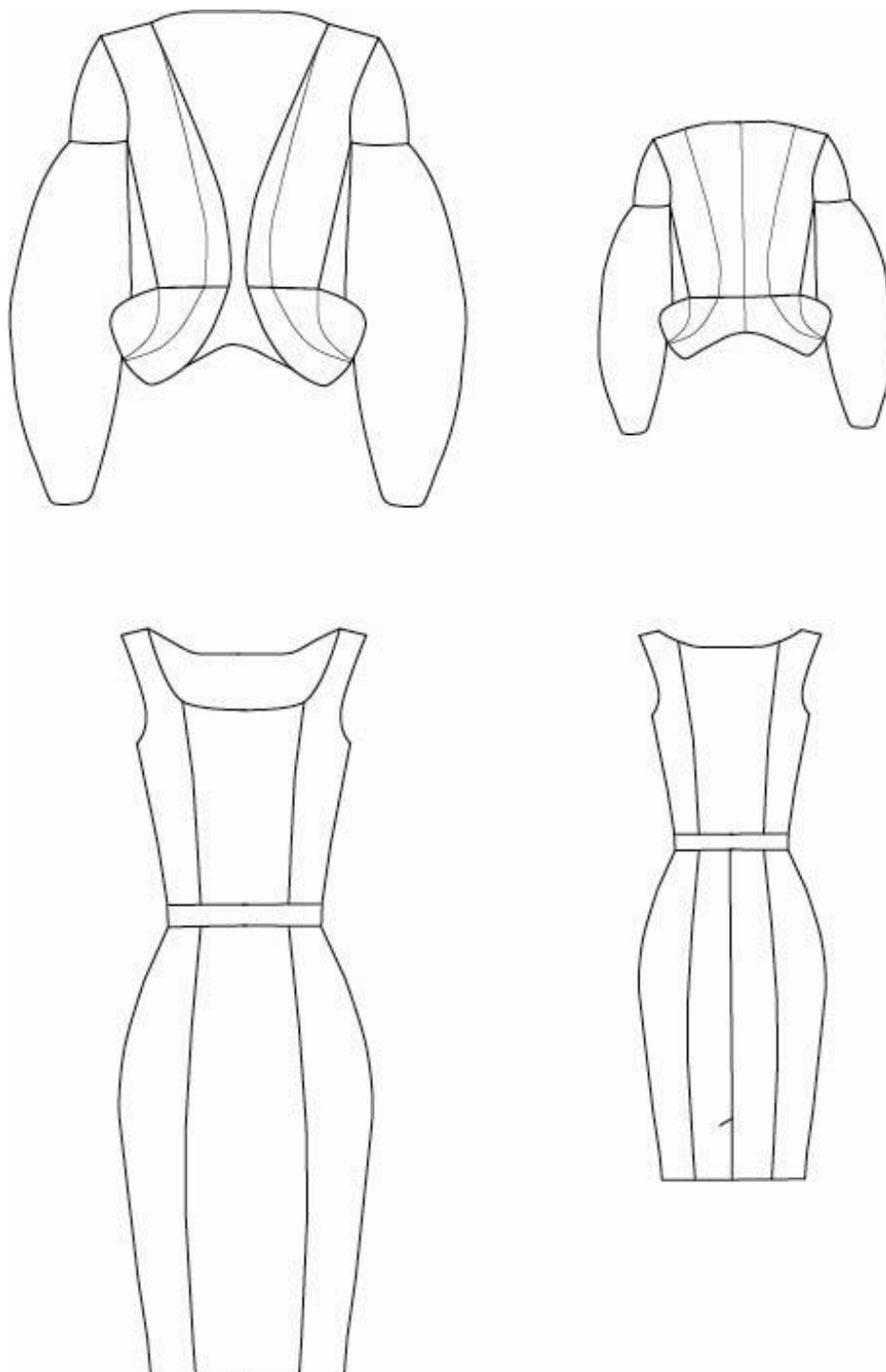
❖ Pouzdrové šaty ke kolenům

Přední díl

Přední díl šatů je členěn princesovými švy po celé délce šatů. Šaty jsou členěny v pase pasovým dílkem. Široký lodičkový výstřih i průramky jsou zpracované do podsádky. Šaty se zužují směrem k dolnímu kraji.

Zadní díl

Zadní díl šatu je po celé délce členěn princesovými švy. Stejně jako na předním díle jsou šaty členěny pasovým dílkem. Na středu zadního dílu od pasového dílku k dolnímu kraji je středem vedený šev. U dolního kraje ve středovém švu je zpracovaný rozparek.



Obr. č. 151.: Technický nákres modelu Organic architecture č. 3.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo spojit relativně novou technologii s designem a vytvořit tak nové, zajímavé spojení. V práci byly zjištěny a popsány základní změny textilie po ozáření laserem. Na základě těchto zjištění byly vybrány takové intenzity a nastavení laserového paprsku, aby jej bylo možné využít pro vzorování textilie s vlasem pro užití v oděvní kompozici. Nejdůležitějšími parametry pro vypálení vzoru na textilií je rozlišení vypalovaného vzoru a čas expozice laserového záření. Konečné vzory byly vypálené o hodnotách 100 dpi a 80 μ s. Byly vybrány textilie ze 100% bavlny, z důvodu nejvhodnějších výsledků a tudíž i vlastností pro oděv.

Tento způsob vzorování textilií není prozatím možný využít v oděvním průmyslu a velkovýrobě. Zejména pak kvůli finanční a časové náročnosti vypalování vzoru. Laser nedokáže vypálit najednou větší plochu, tudíž je nutné vzor raportovat ručním posouváním textilie, dalším důvodem jsou i otázky o trvanlivosti takto vypálené textilie.

Jedná se o nový designový postup vzorování textilií, který by pro běžné nošení bylo nutno více testovat. Zejména pak jeho údržba, jak je popsáno v experimentální části práce. Zajímavé by bylo také testovat možné zafixování vypáleného vzoru na textilií a tímto způsobem zabránit poškození vyvzorované části. Tato práce může sloužit jako podklad pro další testování působení laserového záření na textilií.

Dvě vypálené textilie byly následně užity jako základní materiál pro dámskou módní kolekci o třech modelech. Tato kolekce dokazuje využitelnost vyvzorované textilie pro oděvní design. Zejména pak pro modely, které slouží k výjimečným událostem. Modely vytvořené v této práci slouží k prezentaci, výstavám, přehlídkám a pro další zvláštní příležitosti. Z důvodu užití tohoto nového principu vzorování a k otázkám, které vyplývají zejména kvůli údržbě oděvu, není oděv vhodný pro běžné každodenní nošení.

Vzorování laserem je ekologické na rozdíl od barvení, případně odbarvování tradičními způsoby. Po případném technickém posunu laserového zařízení a dalším testování, by mohl být tento způsob vhodný i pro použití v průmyslové výrobě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Www.mmspektrum.com Od vynálezu laseru uplynulo padesát let: Technické novinky. [online]. Zdroj: Technet.cz, 23.03.2010, 2012 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/novinka/od-vynalezu-laseru-uplynulo-padesat-let.html>
- [2] Laserová technologie. Lintech [online]. Copyright © 2009-2011 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: www.lintech.cz/laserova-technologie
- [3] Www.cvut.cz. Laserové technologie [online]. 2012 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: <http://u12133.fsid.cvut.cz/podklady/TMSV/laser.pdf>
- [4] MAKABONFWE MKHULULI, G.: Laser light treatment of glass fibres. Liberec 2011, V 309/11T, 84 s. [cit. 2012-10-06]
- [5] Www.cez.cz. Princip laseru: Jak funguje laser [online]. 2012 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/laser/k22.htm>
- [5.5] KARAŠINSKÁ, R. Ochranné vlastnosti textilie vůči laserovému záření. Diplomová práce. TUL Liberec 2011 [cit. 2012-09-15].
- [6] DOHNAL, M.: Lasery a jejich aplikace v polygrafii, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. 119 s. [cit. 2012-09-15].
- [7] Encyklopedie fyziky. Encyklopedie fyziky [online]. 2006, 2012 [cit. 2012-10-02]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/791-pouziti-laseru>
- [7.7] MORAVCOVÁ, M. Odbarvování textilií působením laserového záření. Diplomová práce. TUL Liberec 2011 [cit. 2012-10-02].
- [8] Optoelektronické prvky: Laserová dioda. Www.home.zcu.cz [online]. 2007 [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~houlec/www/htm/LD.htm>

[9] P. ENGST, M. HORÁK: Aplikace laserů, Praha, 1989. ISBN 04-006-89, 204 s. [cit. 2012-10-02]

[10] DALIMINI, N.: Finishing of basalt fibres. Liberec, 2011, V 308/11T, 98 s. [cit. 2012-10-06]

[11] Cellulose: Effect of CO₂ laser treatment on cotton surface. Springer Link [online]. 2011, Number 6 (2011), Pages 1635-1641 [cit. 2012-10-04]. DOI: 10.1007/s10570-011-9603-2.

Dostupné z: <http://www.springerlink.com/content/m2882u0251038177/?MUD=MP>

[12] SODOMKA, L.: Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování, spojování a pojení textilií, TU v Liberci, 2002, ISBN 80-7083-645-8, 181 s., [cit. 2012-10-06]

[13] SODOMKA, L., KOMRSKA, J.: Laser Diffraction Measurements of the Parameters of Fine-Mesh Woven Textiles. Textile Research Journal [online]. April 1991, vol. 61 no. 4 232-236 [cit. 2012-10-06]. DOI: 10.1177/004051759106100408. Dostupné z: <http://trj.sagepub.com/content/61/4/232.short>

[14] Wwv.lasery.wz.cz. CO₂ laser [online]. 2012 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: http://lasery.wz.cz/co2_laser.html

[15] Wwv.mmspektrum.com : Poslední trendy ve svařování laserem: Kód článku: 091042. [online]. 07.10.2009. Vyšlo v MM v rubrice Trendy, 2009 [cit. 2012-09-11]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/posledni-trendy-ve-svarovani-laserem.html>

[16] Edge quality optimisation for CO₂ laser cutting of nylon textiles. Applied Thermal Engineering [online]. March 2006, LE11 3TU [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431105002000>

[17] Wwww.lmw.cz. LMW: Popisování a gravírování laserem [online]. 2012 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: www.lmw.cz

[18] Wwww.scopus.com Technical study of the effect of CO2 laser surface engraving on the colour properties of denim fabric. [online]. December 2010, 365-371, s. 365-371 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-78149482744&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-60149094968&src=s&imp=t&sid=9gchb3Q5ECYKyZjJzvNLx_o%3a30&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=3&relpos=3&searchTerm=

[19] A Comparison Among Performance Characteristics of Various Denim Fading Processes. Textile Research Journal [online]. March 2009, vol. 79 no. 4 301-309 [cit. 2012-10-01]. DOI: 10.1177/0040517508090889. Dostupné z: <http://trj.sagepub.com/content/79/4/301.short>

[20] Effect of CO2 laser irradiation on the properties of cotton fabric. Sagepub: Journals [online]. December 5, 2011, December 5, 2011 [cit. 2012-10-04]. DOI:10.1177/0040517511429609. Dostupné z: <http://trj.sagepub.com/content/early/2011/12/01/0040517511429609>

[21] Wwww.sciencedirect.com. Laser modification of polyamide fabrics.[online]. February 2011, 10.1016, 114–118 [cit.2012-09-15]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/artu taknaicle/pii/S0030399210001416>

[22] Laser cut fabric: Textile cutting services. Laser cut fabric [online]. 2010 [cit. 2012-10-01]. Dostupné z: <http://www.lasercutfabric.com/index.php/technology-a-capabilities>

[23] Wwww.lasercutfabric.com. Information on Laser Cutting Fabric [online]. 2010 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: <http://lasercutfabric.com/index.php/more-information-on-laser-cutting-fabric>

[24] Journal of the Textile Institute: Application of laser treatment for fashion design. RSS feed Citation: Taylor & Francis, 18 Nov 2010. ISSN 0368-4504. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00405000.2010.542311>

[25] Fashion design using laser engraving technology [online]. 2012 [cit. 2012-10-02]. Dostupné z: <http://myweb.polyu.edu.hk/~tcshyam/8ISS/5-Panel%20on%20Transformation.pdf>

[26] VELVETA a. s.: Dostupné z: <http://www.velveta.cz/index.php>, [cit 2012-13-11]

[27] *Norma*: ČSN 80 0844 – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků [cit 2012-13-11]

[28] *Norma*: ČSN EN 14704 – 1 – Zjišťování pružnosti plošných textilií; Část 1: Metody Strip [cit 2012-13-11]

[29] *Norma*: ČSN EN ISO 12947 – 2 – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale, Část 2: Zjišťování poškození vzorku [cit 2012-13-11]

[30] *Norma*: ČSN EN ISO 12947 – 4 – Zjišťování odolností plošných textilií v oděru metodou Martindale, Část 4: Hodnocení změny vzhledu [cit 2012-13-11]

[31] WIENER, J., KRYŠTŮFEK, J.: Barvení textilií, Liberec: Technická univerzita, 2008. 212s. [cit 2012-13-11]

[32] KOVAČIČ V., MILITKÝ J., RUBNEROVÁ J.: Elektronový mikroskop jako prostředek moderní výuky v oboru textilním, Dostupné z: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/rem> [cit 20-12-2012]

[33] GLANCEY, J.: Moderní architektura: Nejvýznamnější světové stavby 20. století, Praha: Albatros plus, 2004. ISBN 80-00-01304-5, 400 s. [cit. 2012-15-10]

[34] DUDÁK, L.: Encyklopedie světové architektury: Od menhiru k dekonstruktivismu, část 2. L-Ž. Praha: Baset, 2002. ISBN 80-86-223-92-2, 1029 s. [cit. 2012-15-10]

[35] GLANCEY, J.: Architektura: Největší budovy světa historie a styly, architekti, Praha: Slovart, 2007. ISBN 978-80-7209-960-3, 512 s. [cit. 2012-15-10]

[36] S. K. SCHLEIFER: Organic Architecture: inspired by nature, Barcelona: Slovart, 2010. ISBN 978-80-556-0012-3, 671 s. [cit. 2012-22-10]

[37] Cuda świata – największe i najwyższe budowle świata, 2010. Dostupné z: <http://budowleswiata.pl/30-st-mary-axe/> [cit. 2012-22-10]

[38] E- architekt, 2012. Dostupné z: http://www.e-architect.co.uk/milan/alba_milan.htm [cit. 2012-22-10]

[39] We Heartit: Tagged with murinsel, 2012. Dostupné z: <http://weheartit.com/tag/murinsel> [cit. 2012-22-10]

[40] PRINAOVÁ F., DEMARTINIOVÁ E.: 100 let architektury, Praha: Slovart, 2006. ISBN 80-7209-838-1, 420 s. [cit. 2012-22-10]

[41] Luella London, 2012. Dostupné z: <http://luellalondon.blogspot.cz/2011/11/antoni-gaudi-park-guell-barcelona.html> [cit. 2012-22-10]

[44] Life in reality, 2010. Dostupné z: <http://lifeinreality.blog.cz/1107> [cit. 2012-22-10]

[45] Antanova zasuvka: Slavná muzea, 2008. Dostupné z: <http://atanova-zasuvka.blog.cz/0910/slavna-muzea> [cit. 2012-22-10]

[46] Why evolution is true, 2012. Dostupné z: <http://whyevolutionistrue.wordpress.com/2012/02/04/botton-backs-off-the-atheist-temple/02-guggenheim-museum-bilbao-spain-1/> [cit. 2012-22-10]

[47] Španělsko. Info, 2012. Dostupné z: <http://www.spanelsko.info/g-muzeum-bilbao.htm> [cit. 2012-22-10]

[48] Dvě děti: Opera v Sydney, 2010. Dostupné z: <http://www.dvedeti.cz/zbozi/3988/Drevene-skladacky-3D-puzzle---Opera-v-Sydney-P115.htm> [cit. 2012-22-10]

[49] Easy-Laser SL: Návod k obsluze: Marcatex 150/250 flexi laserový systém. EasyLaser, 2003.122s [cit 25-10-2012]

[50] Ústav organické chemie: Stanovení povrchových vlastností (barva, lesk) materiálu exponovaných za podmínek simulující vnější prostředí. Vysoká škola chemicko – technologická v Praze. [online] Dostupné z: http://www.vscht.cz/kat/download/lab2_stanoveni_povrchovych_vlastnosti.pdf, [cit 20-12-2012]

PŘÍLOHY

a) FOTODOKUMENTACE

b) DOPLNĚNÍ K EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI

Tloušťka textilií

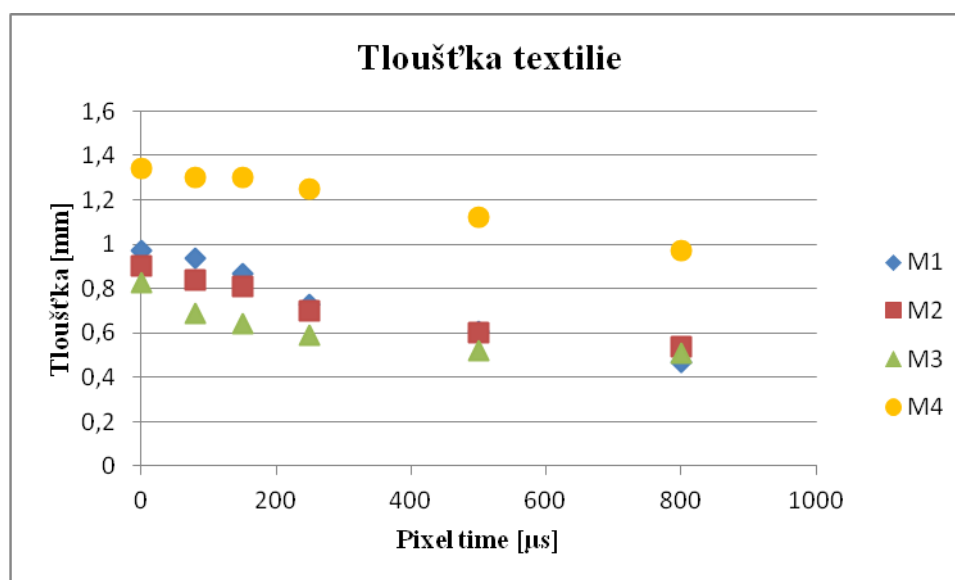
<i>Označení vzorku</i>	<i>Naměřená hodnota tloušťky [mm]</i>	<i>Aritmetický průměr [mm]</i>	<i>Variační koeficient [%]</i>	<i>95% IS [mm]</i>
M1a	0,99	0,97	1,44	{0,953 – 0,987}
	0,98			
	0,96			
	0,98			
	0,96			
M1d	0,93	0,94	1,06	{0,928 – 0,952}
	0,95			
	0,94			
	0,95			
	0,93			
M1f	0,85	0,87	2,09	{0,847 – 0,893}
	0,86			
	0,85			
	0,88			
	0,89			
M1h	0,72	0,73	2,49	{0,707 – 0,753}
	0,75			
	0,71			
	0,74			
	0,75			
M1m	0,62	0,61	1,37	{0,599 – 0,620}
	0,60			
	0,61			
	0,61			
	0,60			
M1s	0,45	0,47	2,43	{0,456 – 0,482}
	0,46			
	0,47			
	0,48			
	0,47			

M2a	0,88	0,90	1,26	{0,895 – 0,905}
	0,91			
	0,90			
	0,89			
	0,90			
M2d	0,83	0,84	1,55	{0,824 – 0,856}
	0,83			
	0,85			
	0,84			
	0,86			
M2f	0,82	0,81	1,03	{0,700 – 0,820}
	0,81			
	0,80			
	0,82			
	0,81			
M2h	0,70	0,70	1, 19	{0,690 – 0,710}
	0,70			
	0,69			
	0,71			
	0,71			
M2m	0,59	0,60	1,49	{0,589 – 0,611}
	0,60			
	0,61			
	0,59			
	0,59			
M2s	0,54	0,54	1,04	{0,533 – 0,547}
	0,53			
	0,54			
	0,54			
	0,53			
M3a	0,85	0,83	1,48	{0,815 – 0,845}
	0,83			
	0,83			
	0,82			
	0,82			
M3d	0,69	0,69	0,79	{0,683 – 0,697}
	0,69			
	0,70			

	0,69			
	0,70			
M3f	0,62	0,64	2,37	{0,621 – 0,659}
	0,65			
	0,65			
	0,66			
	0,64			
M3h	0,58	0,59	2,27	{0,5733 – 0,607}
	0,60			
	0,61			
	0,58			
	0,60			
M3m	0,51	0,52	2,71	{0,502 – 0,538}
	0,51			
	0,54			
	0,53			
	0,51			
M3s	0,51	0,51	1,64	{0,500 – 0,520}
	0,52			
	0,50			
	0,51			
	0,50			
M4a	1,34	1,34	0,66	{0,326 – 0,3542}
	1,35			
	1,33			
	1,35			
	1,35			
M4d	1,30	1,30	0,64	{1,290 – 1,310}
	1,31			
	1,30			
	1,29			
	1,29			
M4f	1,30	1,30	0,64	{1,290 – 1,310}
	1,29			
	1,30			
	1,29			
	1,31			
M4h	1,26	1,25	1,07	{1,233 –

	1,24			1,267}
	1,24			
	1,26			
	1,27			
M4m	1,10	1,12	2,22	{1,089 – 1,151}
	1,10			
	1,14			
	1,10			
	1,15			
M4s	0,94	0,97	2,00	{0,946 – 0,994}
	0,98			
	0,99			
	0,96			
	0,96			

Tab. příloha č.1.: Znázornění naměřených hodnot a statistických výpočtů pro hodnoty tloušťky



Graf příloha č.1.: Změna tloušťky textilií M1, M2, M3 a M4

Pevnost a tažnost

osnova

pevnost

laser, pixel time	M1	M2	M3	M4
0	460,95	488,79	566,2	679,4
80	458,35	435,36	463,36	640,2
150	438,21	405,64	367,49	558,9
250	431,76	379,52	344,78	403,92
500	350,68	237,96	100,52	253,59
800	64,93	74,15	12,48	198,99

osnova

tažnost

laser, pixel time	M1	M2	M3	M4
0	5,243	4,894	4,227	6,78
80	5,031	4,562	3,029	6,616
150	4,707	4,453	3,343	6,172
250	4,867	4,273	2,893	5,631
500	4,145	4,292	1,874	4,162
800	3,816	4,12	0,43	4,051

útek

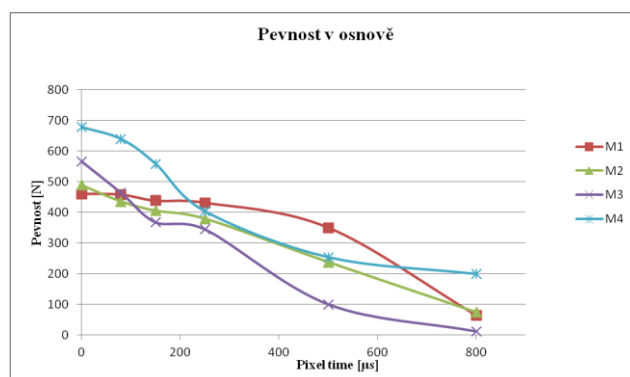
pevnost

laser, pixel time	M1	M2	M3	M4
0	520,2	309,78	264,32	462,23
80	489,93	299,73	245,51	434,28
150	445,27	278,03	210,32	322,75
250	408,59	193,22	164,01	256,75
500	51,93	21	143,74	213,128
800	2,39	0,76	0	0

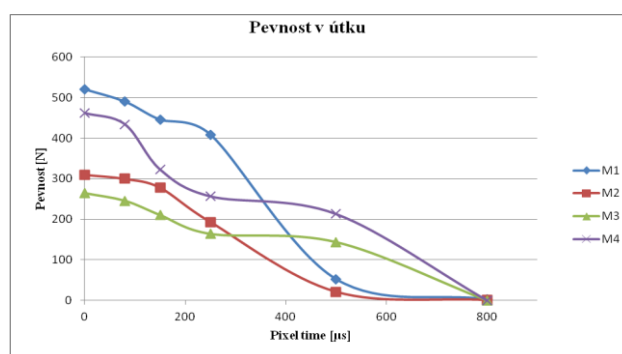
útek

tažnost

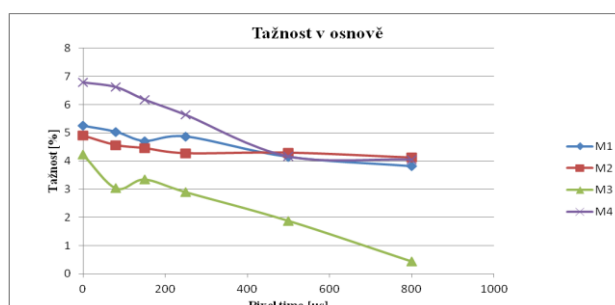
laser, pixel time	M1	M2	M3	M4
0	12,532	12,888	33,876	20,03
80	11,494	12,426	34,071	18,274
150	11,914	12,29	28,712	17,717
250	11,139	10,168	27,894	17,974
500	11,031	9,618	1,894	11,981
800	2,413	0,558	0	0



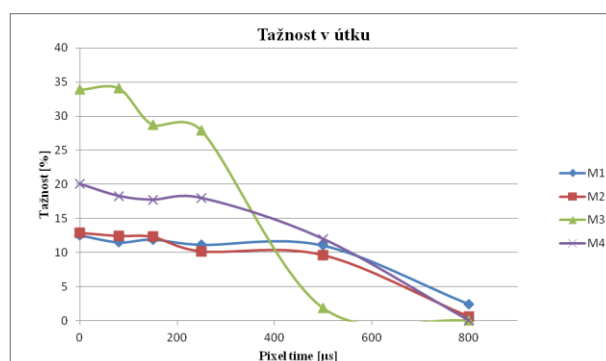
Graf přílohy č. 2: Pevnost v osnově pro M1, M2, M3 a M4



Graf přílohy č. 3: Pevnost v útku pro M1, M2, M3 a M4



Graf přílohy č. 4: Tažnost v osnově pro M1, M2, M3 a M4



Graf přílohy č. 5: Tažnost v útku pro M1, M2, M3 a M4

Barevnost

Naměřené hodnoty barevnosti pro M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 a M8 v různých intenzitách laseru, jsou přiložené v elektronické části přílohy na CD.

Barevnost po oděru M180 μ s

OTÁČKY/laser	KS	400	410	420	430	440	450	460
10	33,401054	0,0280714	0,0271315	0,026995	0,0264399	0,0256685	0,0246076	0,0236498
30	33,916342	0,029618	0,0286586	0,0280075	0,0275993	0,0265772	0,0253788	0,0242174
70	50,204437	0,0209727	0,0202544	0,0202526	0,0195666	0,018885	0,0179442	0,0170019
100	53,579307	0,0195942	0,0189666	0,0183747	0,0181236	0,0175359	0,0165989	0,0156597
300	61,14539	0,0175227	0,0170984	0,0169359	0,0164604	0,0156704	0,0147175	0,0138886
500	57,024498	0,0183686	0,018287	0,0176363	0,0175034	0,0168221	0,0156911	0,0148902
0	7,390101	0,0796915	0,0808218	0,0811549	0,082079	0,0817691	0,0807768	0,0792497
470	480	490	500	510	520	530	540	550
0,0226099	0,0206319	0,0190193	0,0173489	0,0160211	0,0149047	0,0145375	0,0142092	0,0138212
0,023068	0,0209483	0,0191948	0,0173715	0,0159361	0,0147349	0,0143229	0,0138677	0,0134701
0,0161514	0,0146043	0,0134183	0,0119989	0,0109931	0,0100888	0,0097657	0,009423	0,0090971
0,0149005	0,0135319	0,012428	0,0112131	0,0102559	0,0094921	0,0091618	0,0089393	0,008614
0,0132191	0,011917	0,0109889	0,0098994	0,0090539	0,0082688	0,0080462	0,0078076	0,0074709
0,014168	0,0128136	0,0118338	0,010595	0,0097111	0,0089179	0,0086177	0,0084258	0,0080512
0,0770821	0,073235	0,0691799	0,0653118	0,062275	0,0601032	0,0598072	0,0600027	0,0602655
560	570	580	590	600	610	620	630	640
0,0138052	0,0140633	0,014232	0,0145041	0,0146445	0,0149578	0,0154056	0,0157363	0,0162093
0,0133224	0,0134989	0,0135683	0,0137096	0,0136421	0,0138915	0,014313	0,0145923	0,0149838
0,0089596	0,009083	0,0090588	0,0091662	0,0090418	0,0091725	0,0095659	0,0097241	0,0100742
0,0085091	0,0085981	0,0086113	0,0086821	0,0085952	0,0087683	0,0090828	0,0092412	0,0096186
0,0073493	0,0074867	0,0074578	0,0075276	0,0074587	0,007521	0,0078465	0,0079932	0,0083386
0,0079491	0,0080337	0,0079774	0,0080316	0,0079724	0,0080889	0,0083197	0,0085206	0,0088833
0,0611764	0,0634515	0,0666779	0,0699782	0,072652	0,0754137	0,0780238	0,0801103	0,082017
650	660	670	680	690	700			
0,0165192	0,017379	0,019473	0,023766	0,0320365	0,048797			
0,0154387	0,0163351	0,0185628	0,0230787	0,0320043	0,0503989			
0,0103452	0,0109305	0,0125549	0,0158687	0,022574	0,0368351			
0,0098408	0,0103542	0,0118624	0,0149316	0,0208497	0,0338514			
0,0084339	0,0089492	0,0103116	0,0128522	0,0183363	0,0303412			
0,0091089	0,0096443	0,0110882	0,0139253	0,0197439	0,0323212			
0,0838447	0,0874018	0,0938231	0,1056144	0,1254544	0,1596804			

150 μ s

OTÁČKY/laser	KS	400	410	420	430	440	450	460
10	14,734568	0,0318093	0,0313845	0,0312937	0,0312777	0,0306194	0,0296853	0,0285417
30	23,609852	0,0203255	0,01958	0,0192883	0,018878	0,0185002	0,0174258	0,0167673
70	24,644205	0,019505	0,0184728	0,0181971	0,0180882	0,0172423	0,0164902	0,015743
100	20,773913	0,0229754	0,0220208	0,0216305	0,0211691	0,0204821	0,0195677	0,0185005
300	23,144137	0,0207179	0,0203868	0,0200876	0,019516	0,0188647	0,0177267	0,0168985
500	23,852673	0,0201267	0,0189335	0,0185651	0,0183692	0,0174296	0,0166191	0,0157051
0	6,4365089	0,0675426	0,0704553	0,0728722	0,0751095	0,0765853	0,0778409	0,0783819
470	480	490	500	510	520	530	540	550
0,0273343	0,0252179	0,0233241	0,0214253	0,0198895	0,0186271	0,0182262	0,0179584	0,0176488
0,0160583	0,014652	0,0136289	0,0123817	0,0114379	0,0106555	0,0104321	0,0101683	0,0098965
0,0149609	0,0135796	0,0125558	0,0113482	0,0104283	0,0096743	0,0093889	0,0091687	0,0088431
0,0177874	0,0161388	0,0149201	0,0134978	0,012445	0,0114819	0,0111883	0,010971	0,0106237
0,0159752	0,0145415	0,0133631	0,0121265	0,0111655	0,0103035	0,0099978	0,009737	0,009376
0,0149508	0,0135821	0,012428	0,0111681	0,0102984	0,0094921	0,009294	0,0090266	0,0087609
0,0783935	0,0769696	0,0755531	0,0740951	0,0732531	0,0732428	0,0752057	0,0779437	0,0806736
560	570	580	590	600	610	620	630	640
0,0176379	0,0180839	0,0185451	0,0190475	0,0194061	0,0198577	0,0205366	0,0209215	0,0214655
0,0099153	0,0100651	0,0101949	0,0103902	0,0103842	0,0105414	0,0109806	0,0111826	0,0115745
0,0087455	0,0088816	0,0089519	0,0090545	0,0090393	0,0092147	0,0094767	0,00963	0,0099925
0,0105026	0,0106768	0,0107442	0,0108545	0,010801	0,0110323	0,0113324	0,0115342	0,0119013
0,0092682	0,0093988	0,0092875	0,0094145	0,0092453	0,0093908	0,0096972	0,009942	0,0101881
0,008651	0,008715	0,0087331	0,0088261	0,0087168	0,008746	0,0091125	0,0092189	0,0096236
0,0840831	0,0893005	0,0963427	0,1038427	0,1105412	0,1166814	0,122246	0,1266977	0,1304641
650	660	670	680	690	700			
0,0219045	0,023026	0,0257678	0,0313097	0,0417984	0,06287			
0,0117842	0,012469	0,0139277	0,0172385	0,0238159	0,0380958			
0,0101969	0,0108093	0,0121468	0,015211	0,0214979	0,0349489			
0,0120958	0,0128499	0,014546	0,0181138	0,0253818	0,0407062			
0,0104194	0,011022	0,0125698	0,0157154	0,0224033	0,0368202			
0,0097197	0,0103393	0,0116967	0,014766	0,0210451	0,0345287			
0,1336792	0,1378146	0,1443001	0,1553247	0,1731405	0,2033406			

250 μ s

OTÁČKY/laser	KS	400	410	420	430	440	450	460
10	13,1666197	0,03533831	0,03504694	0,03485898	0,03467762	0,03389981	0,03296517	0,03157173
30	18,8861676	0,02515902	0,02522514	0,02489637	0,02497912	0,0239726	0,02283488	0,02191655
70	15,0058358	0,03126915	0,03149389	0,0315601	0,03120935	0,03015116	0,028952	0,02785296
100	13,7160164	0,0340159	0,03404415	0,03376019	0,03319411	0,03228493	0,0309649	0,0297401
300	17,1097011	0,02763059	0,02692023	0,02649506	0,026412	0,02536474	0,02420042	0,02318305
500	17,0217515	0,02776564	0,0276176	0,02690868	0,02666516	0,02589375	0,02458732	0,02351355
0	9,99587457	0,04556601	0,0477575	0,04945524	0,05103164	0,05202544	0,05267953	0,05341764
470	480	490	500	510	520	530	540	
0,03024136	0,02808597	0,02594402	0,02374998	0,02210863	0,02069683	0,02026267	0,01997016	
0,02092607	0,0191928	0,01766791	0,01602267	0,01473659	0,01375628	0,01342443	0,01312232	
0,02662448	0,02452971	0,02253931	0,0204969	0,01897489	0,0177783	0,01727032	0,01692142	
0,02838385	0,02606423	0,02393328	0,02179564	0,02007944	0,01870704	0,01818375	0,01775901	
0,0221166	0,02025265	0,01858553	0,01677338	0,01548129	0,01437793	0,01401092	0,01361341	
0,02246142	0,02050631	0,01876604	0,01699609	0,01558625	0,01444284	0,01403837	0,01367823	
0,05397889	0,05372074	0,05362801	0,05360324	0,05396584	0,05513246	0,05764592	0,06103227	
550	560	570	580	590	600	610	620	
0,01958629	0,01951444	0,01993878	0,02035489	0,0208599	0,02116783	0,02161833	0,02228825	
0,01277778	0,01264046	0,01279772	0,01293187	0,01310882	0,0131508	0,01331617	0,01380752	
0,01649831	0,01638605	0,01658954	0,01669807	0,01685278	0,01683799	0,01705809	0,01751893	
0,01725536	0,01712273	0,01725591	0,01734193	0,01743374	0,01736898	0,0175838	0,01808381	
0,01317375	0,01301128	0,01312841	0,01311832	0,01311378	0,01305651	0,01319467	0,01350773	
0,0132111	0,0130511	0,01308614	0,01309345	0,01309889	0,01297711	0,01311532	0,013478	
0,06437453	0,06849092	0,07423272	0,08189438	0,0905005	0,09864343	0,10627893	0,11327964	
630	640	650	660	670	680	690	700	
0,02274894	0,02330009	0,0237564	0,02497265	0,02790726	0,0342372	0,04649125	0,07086688	
0,01399801	0,01429052	0,01461038	0,01541002	0,0174374	0,02170886	0,03056455	0,04954354	
0,01773214	0,01823452	0,01850962	0,01942949	0,0217782	0,02708663	0,03792676	0,06031645	
0,01839328	0,01877921	0,01910056	0,02020865	0,0228467	0,02862207	0,04027198	0,06423702	
0,01370582	0,01408503	0,01433593	0,01506126	0,01710597	0,02141463	0,03065113	0,05005524	
0,01369344	0,01391419	0,01419005	0,01504889	0,01709855	0,02163469	0,03091089	0,05059908	
0,11940035	0,12475982	0,12922612	0,13423046	0,1406716	0,1502362	0,16496693	0,18952961	

Lesk textilií

Lesk 85°

M1

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
2.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
3.	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
průměr	0,1333333	0,1	0,1666667	0,2	0,1666667	0,1666667	0,2333333	0,2

300	350	400	450	500	550	600	650
0,2	0,2	0,1	0	0	0,2	0,1	0,2
0,1	0,1	0	0,1	0,2	0	0,2	0,2
0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
0,1666667	0,1333333	0,0666667	0,0666667	0,1333333	0,1	0,1666667	0,2

700	750	800
0,2	0,2	0,2
0,2	0,3	0,2
0,2	0,2	0,2
0,2	0,2333333	0,2

Lesk 85°

M2

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2
2.	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
3.	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2
průměr	0,2666667	0,3	0,2666667	0,2	0,2666667	0,3	0,2666667	0,1666667

300	350	400	450	500	550	600	650
0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
0,2333333	0,2	0,2666667	0,2333333	0,1666667	0,1666667	0,2	0,2333333

700	750	800
0,2	0,3	0,2
0,4	0,2	0,3
0,2	0,3	0,2
0,2666667	0,2666667	0,2333333

Lesk 85°

M3

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,8	0,9	0,5	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8
2.	0,8	0,8	0,7	0,3	0,3	0,5	0,5	0,8
3.	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3	0,7	0,6	0,6
průměr	0,7666667	0,7666667	0,6	0,3666667	0,3666667	0,5666667	0,6	0,7333333

300	350	400	450	500	550	600	650
0,9	1	0,8	1	1,1	1	0,8	0,6
1	0,9	0,8	1,4	1	0,9	0,8	0,5
0,7	0,8	0,9	1	1	0,8	0,9	0,7
0,8666667	0,9	0,8333333	1,1333333	1,0333333	0,9	0,8333333	0,6

700	750	800
0,5	0,4	0,2
0,5	0,4	0,4
0,4	0,3	0,3
0,4666667	0,3666667	0,3

Lesk 85°

M4

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,5	0,6	0,6	0,3	0,2	0,2	0,7	0,7
2.	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3
3.	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,7	0,3	0,3
průměr	0,4	0,5666667	0,5	0,3333333	0,3333333	0,4	0,4	0,4333333

300	350	400	450	500	550	600	650
0,3	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,3
0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3
0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,2
0,4333333	0,4333333	0,5	0,5333333	0,5	0,6	0,4666667	0,2666667

700	750	800
0,3	0,5	0,1
0,1	0,2	0,2
0,5	0,2	0,5
0,3	0,3	0,2666667

Lesk 85°

M5

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,6	0,7	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
2.	0,6	0,7	0,3	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2
3.	0,7	0,8	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3
průměr	0,6333333	0,7333333	0,3666667	0,3	0,3666667	0,3	0,2666667	0,2666667

300	350	400	450	500	550	600	650
0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2
0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5
0,4	0,4	0,4	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5
0,2666667	0,2666667	0,3333333	0,4	0,5	0,5	0,4333333	0,4

700	750	800
0,5	0,6	0,3
0,4	0,4	0,3
0,5	0,3	0,5
0,4666667	0,4333333	0,3666667

Lesk 85°

M6

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2
2.	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
3.	0,7	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3
průměr	0,6	0,5	0,4333333	0,3333333	0,3333333	0,2333333	0,2333333	0,2333333

300	350	400	450	500	550	600	650
0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3
0,2666667	0,3	0,3	0,2666667	0,2666667	0,2666667	0,2	0,2333333

700	750	800
0,2	0,2	0,1
0,2	0,1	0,1
0,3	0,1	0,2
0,2333333	0,1333333	0,1333333

Lesk 85°

M7

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
2.	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4
3.	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
průměr	0,2333333	0,2666667	0,2666667	0,2666667	0,3	0,3666667	0,3666667	0,4

300	350	400	450	500	550	600	650
0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4
0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5
0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
0,5	0,4333333	0,3666667	0,5666667	0,4666667	0,5333333	0,5666667	0,4666667

700	750	800
0,5	0,5	0,3
0,3	0,5	0,4
0,3	0,4	0,3
0,3666667	0,4666667	0,3333333

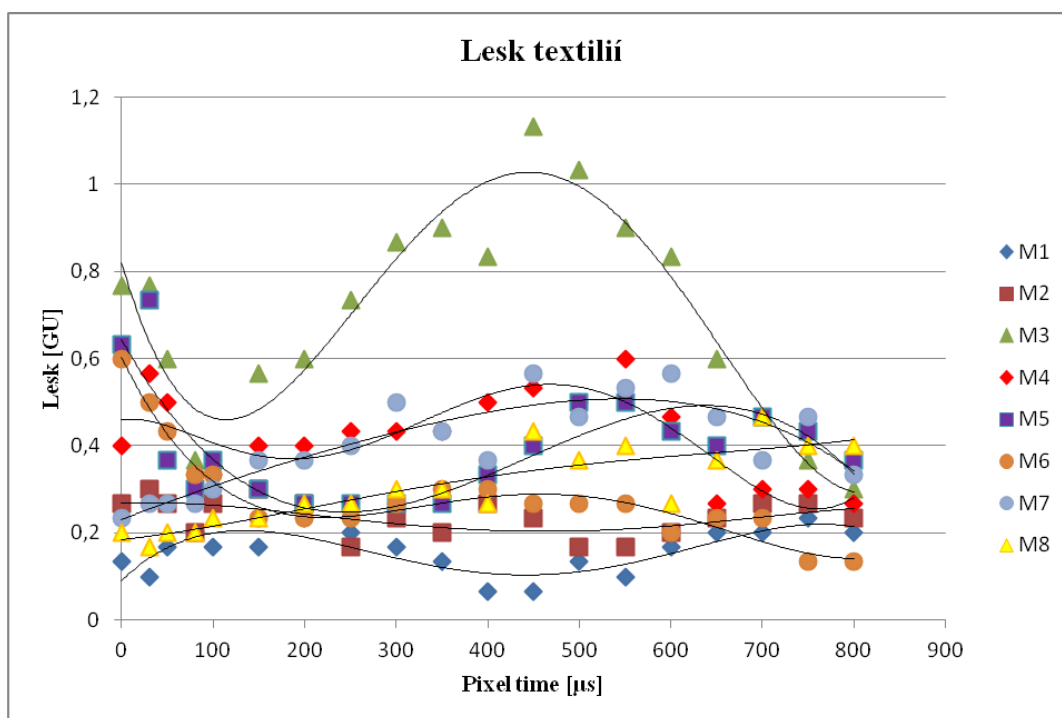
Lesk 85°

M8

pixel time	0	30	50	80	100	150	200	250
1.	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
2.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
3.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
průměr	0,2	0,1666667	0,2	0,2	0,2333333	0,2333333	0,2666667	0,2666667

300	350	400	450	500	550	600	650
0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5
0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4
0,3	0,3	0,2666667	0,4333333	0,3666667	0,4	0,2666667	0,3666667

700	750	800
0,4	0,4	0,4
0,4	0,3	0,5
0,6	0,5	0,3
0,4666667	0,4	0,4



Graf příloh č. 6: Znázornění změny lesku po ozáření laseru pro M1, M2, M3 a M4

c) CD

d) VZORNÍK TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ